

ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ВІНАХОДУ

Відстежувачі активів використовуються для моніторингу розташування обладнання та активності обладнання, наприклад, на будівельних майданчиках. Це обладнання включає драбини, ручні пристрої, екскаватори та інше обладнання. Відстежувачі активів можуть включати акселерометр для визначення руху, приймач системи глобального позиціонування (GPS) для визначення місцезнаходження та комунікаційний чіп для передачі повідомлень до шлюзу. Шлюзи, як правило, фіксовані, і відстежувач передає своє розташування GPS у повідомленнях на шлюзи.

Протокол широкосмугових мереж дальнього радіусу дії (LoRaWAN) - це мережевий протокол низької потужності, широкосмуговий (LPWA), призначений для бездротового підключення пристроїв з низькою потужністю батарей до Інтернету в регіональних, національних або глобальних мережах і спрямований на ключові вимоги Інтернету речей (IoT), такі як двонаправлений зв'язок, комплексна безпека, мобільність та послуги локалізації. Деякі відстежувачі активів використовують технології LoRaWAN для передачі повідомлень з даними про діяльність та дані про місцезнаходження до шлюзу.

Однак мережі LoRaWAN відкриті для будь-якого пристрою LoRaWAN, що надсилає будь-яке повідомлення. Отже, пристрої LoRaWAN транслюють свої повідомлення, і повідомлення буде прийняте і оброблене кожним шлюзом LoRaWAN в діапазоні зв'язку передавального пристрою, незалежно від того, чи є один конкретний шлюз цільовим одержувачем або не цільовим одержувачем конкретного повідомлення, і кожен шлюз потім передає отримані повідомлення на мережевий сервер. Таким чином, шлюз буде приймати всі повідомлення LoRaWAN від всіх пристроїв LoRaWAN у своєму діапазоні і, як очікується, обробляти всі ці повідомлення, навіть якщо шлюз призначений тільки для зв'язку з одним пристроєм передачі LoRaWAN, а потім передавати всі ці повідомлення на мережевий сервер, що призводить до непотрібної надмірної обробки. Це призводить до значного навантаження обробки на шлюзи. Це також призводить до значної кількості мережевої активності, необхідної шлюзу для передачі небажаних повідомлень на мережевий сервер, що збільшує витрати на передачу активності для цього шлюзу та мережевого сервера.

Крім того, існує значна кількість даних у повідомленнях від відстежувачів до шлюзів, що призводить до збільшення часу передачі та використання пропускної здатності. Наприклад, повідомлення від трекера до шлюзу може включати координати Глобальної системи позиціонування (GPS) на додаток до даних датчиків, а координати GPS збільшують потреби в пропускній здатності. Використання цієї великої пропускної здатності збільшує витрати на передачу мережею через великі повідомлення.

КОРОТКИЙ ВИКЛАД СУТІ ВІНАХОДУ

В одному аспекті система відстеження активів містить множину концентраторів та відстежувальний пристрій (трекер), який можна підключити до необхідного пристрою. Кожен з множини концентраторів приймає запит на з'єднання, визначає значення якості, що представляє стан якості зв'язку з відстежувальним пристроєм і мережевим сервером, і передає відповідь на з'єднання із значенням якості. Значення якості ґрунтується на комбінації станів, що містять індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) запиту на з'єднання, стан потужності концентраторного пристрою, що вказує на те, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, якість сигналу стільникового сигналу на концентраторному пристрої для зв'язку з мережевим сервером та спеціальне значення зміщення, надане мережевим сервером. Відстежувальний пристрій сприймає активність пристрою активу, передає запит на з'єднання, отримує відповіді на з'єднання зі значеннями якості від концентраторних пристроїв, вибирає один концентраторний пристрій з множини пристроїв концентраторів, з яким слід з'єднатись на основі значення якості у відповіді на з'єднання від одного концентраторного пристрою, і передає одне або більше повідомлень з даними, що вказують на активність пристрою активу, на один концентраторний пристрій.

В одному аспекті система відстеження активів містить множину концентраторів та відстежувальний пристрій (трекер), який можна підключити до необхідного пристрою. Кожен з множини концентраторів приймає запит на з'єднання, визначає значення якості, що репрезентативне для якості з множини станів концентратору, і передає відповідь на з'єднання із значенням якості. Відстежувальний пристрій має щонайменше один датчик для виявлення активності пристрою активу. Відстежувальний пристрій передає запит на з'єднання, отримує відповіді на з'єднання із значеннями якості від концентраторних пристроїв, вибирає один концентраторний пристрій з множини пристроїв концентраторів, з яким слід з'єднатись на основі значення якості у відповіді на з'єднання від одного концентраторного пристрою, і передає одне або більше повідомлень з датчика активності пристрою активу, на один концентраторний пристрій.

В іншому аспекті, спосіб включає в себе передачу запиту на з'єднання від відстежувального пристрою, який може бути підключений до пристрою активу, і прийом запиту на з'єднання на кожному з множини концентраторів. Кожен концентраторний пристрій визначає значення якості стану концентраторного пристрою на основі комбінації множини станів концентраторного пристрою, що містить щонайменше індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) запиту на з'єднання, стан живлення концентраторного пристрою, що вказує, чи з'єднаний концентраторний пристрій із зовнішнім джерелом

живлення, потужність сигналу стільникового сигналу на концентраторному пристрої, причому концентраторний пристрій зв'язується з мережевим сервером через стільникову мережу, та спеціальне значення зміщення, надане мережевим сервером. Кожен концентраторний пристрій передає відповідь на з'єднання зі значенням якості стану. Спосіб включає прийом, на відстежувальному пристрої, відповідей на з'єднання зі значеннями якості стану з множини концентраторних пристроїв і вибір, за допомогою відстежувального пристрою, одного концентраторного пристрою з найкращим значенням якості стану, з яким з множини концентраторних пристроїв виконується з'єднання. Спосіб додатково включає в себе виявлення активності пристрою активності за допомогою щонайменше одного датчика відстежувального пристрою та передачу одного або більше повідомлень з даними датчиків активності пристрою активності на вибраний концентраторний пристрій.

В іншому аспекті, спосіб включає в себе передачу запиту на з'єднання від відстежувального пристрою, який може бути підключений до пристрою активу, і прийом запиту на з'єднання на кожному з множини концентраторів. Кожен концентраторний пристрій визначає значення на основі множини станів концентраторного пристрою і передає відповідь на з'єднання зі значенням, при цьому множина станів концентраторного пристрою, що використовується концентраторним пристроєм для визначення значення, містить щонайменше індикатор рівня прийнятого сигналу (RSSI) запиту на з'єднання, стан живлення концентраторного пристрою, що вказує, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, рівень сигналу стільникового сигналу на концентраторному пристрої та спеціальне значення зсуву, надане мережевим сервером. Спосіб включає в себе прийом відповідей на з'єднання зі значеннями від множини концентраторних пристроїв на відстежувальному пристрої та вибір за допомогою відстежувального пристрою одного концентраторного пристрою з множини концентраторних пристроїв, з яким здійснюється з'єднання на основі значень відповідей на з'єднання. Спосіб включає в себе виявлення активності пристрою активності за допомогою щонайменше одного датчика відстежувального пристрою та передачу одного або більше повідомлень з даними датчиків активності пристрою активності на один концентраторний пристрій.

В іншому аспекті система відстеження активів має множину концентраторних пристроїв і відстежувальний пристрій. Кожен концентраторний пристрій отримує запит, визначає значення на основі множини станів концентраторного пристрою і передає відповідь зі значенням, при цьому множина станів концентраторного пристрою, що використовується концентраторним пристроєм для визначення значення, містить щонайменше множину індикаторів рівня прийнятого сигналу (RSSI) запиту, стан живлення концентраторного пристрою, що вказує, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, рівень сигналу стільникового сигналу на концентраторному пристрої та спеціальне значення зсуву, надане мережевим сервером. Відстежувальний пристрій може бути підключений до пристрою активу і має щонайменше один датчик для виявлення активності пристрою активу. Відстежувальний пристрій передає запит, приймає відповіді зі значеннями від множини концентраторних пристроїв, вибирає один концентраторний пристрій з множини концентраторних пристроїв, з яким здійснюється зв'язок даних датчиків на основі значень у відповідях, і передає одне або більше повідомлень з даними датчиків активного пристрою на один концентраторний пристрій.

В іншому аспекті, спосіб включає в себе передачу запиту від відстежувального пристрою, який може бути підключений до пристрою активу, і прийом запиту на кожному з множини концентраторів. Кожен концентраторний пристрій визначає значення на основі множини станів концентраторного пристрою і передає відповідь зі значенням, при цьому множина станів концентраторного пристрою, що використовується концентраторним пристроєм для визначення значення, містить щонайменше множину індикаторів рівня прийнятого сигналу (RSSI) запиту, стан живлення концентраторного пристрою, що вказує, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, рівень сигналу стільникового сигналу на концентраторному пристрої та спеціальне значення зсуву, надане мережевим сервером. Спосіб включає в себе прийом відповідей зі значеннями від множини концентраторних пристроїв на відстежувальному пристрої та вибір за допомогою відстежувального пристрою одного концентраторного пристрою з множини концентраторних пристроїв, на який передаються дані датчиків на основі значень відповідей. Спосіб включає в себе виявлення активності пристрою активності за допомогою щонайменше одного датчика відстежувального пристрою та передачу одного або більше повідомлень з даними датчиків активності пристрою активності на один концентраторний пристрій.

В іншому аспекті система відстеження активів має концентраторний пристрій і відстежувальний пристрій. Концентраторний пристрій отримує запит на з'єднання, визначає значення на основі множини станів концентраторного пристрою та передає відповідь на з'єднання зі значенням. Множина станів концентраторного пристрою, що використовується концентраторним пристроєм для визначення значення, містить щонайменше індикатор рівня прийнятого сигналу (RSSI) запиту на з'єднання, стан живлення концентраторного пристрою, що вказує, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, рівень сигналу стільникового сигналу на концентраторному пристрої

та спеціальне значення зсуву, надане мережевим сервером. Відстежувальний пристрій може бути підключений до пристрою активу і має щонайменше один датчик для виявлення активності пристрою активу. Відстежувальний пристрій передає запит на з'єднання, отримує відповідь на з'єднання зі значенням від концентраторного пристрою, вибирає концентраторний пристрій, з яким слід зв'язатися на основі значення у відповіді на з'єднання, і передає одне або більше повідомлень з даними датчиків активного пристрою до концентраторного пристрою.

В іншому аспекті, спосіб включає в себе передачу запиту на з'єднання від відстежувального пристрою, який може бути підключений до пристрою активу, і прийом запиту на з'єднання концентраторного пристрою. Концентраторний пристрій визначає значення на основі множини станів концентраторного пристрою та передає відповідь на з'єднання зі значенням. Множина станів концентраторного пристрою, що використовується концентраторним пристроєм для визначення значення, містить щонайменше індикатор рівня прийнятого сигналу (RSSI) запиту на з'єднання, стан живлення концентраторного пристрою, що вказує, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, рівень сигналу стільникового сигналу на концентраторному пристрої та спеціальне значення зсуву, надане мережевим сервером. Спосіб включає прийом відповіді на з'єднання із значенням від концентраторного пристрою на відстежувальному пристрої та вибір за допомогою відстежувального пристрою концентраторного пристрою, з яким здійснюється з'єднання, на основі значення у відповіді на з'єднання. Спосіб включає в себе виявлення активності пристрою активності за допомогою щонайменше одного датчика відстежувального пристрою та передачу одного або більше повідомлень з даними датчиків активності пристрою активності на концентраторний пристрій.

В іншому аспекті система відстеження активів має концентраторний пристрій і відстежувальний пристрій. Концентраторний пристрій отримує запит, визначає значення на основі множини станів концентраторного пристрою та передає відповідь зі значенням. Множина станів концентраторного пристрою, що використовується концентраторним пристроєм для визначення значення, містить щонайменше множину індикаторів рівня прийнятого сигналу (RSSI) запиту, стан живлення концентраторного пристрою, що вказує, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, рівень сигналу стільникового сигналу на концентраторному пристрої та спеціальне значення зсуву, надане мережевим сервером. Відстежувальний пристрій може бути підключений до пристрою активу і має щонайменше один датчик для виявлення активності пристрою активу. Відстежувальний пристрій передає запит, отримує відповідь зі значенням від концентраторного пристрою, вибирає концентраторний пристрій, якому слід передати дані датчиків на основі значень у відповіді, і передає одне або більше повідомлень з даними датчиків активного пристрою до концентраторного пристрою.

В іншому аспекті, спосіб включає в себе передачу запиту від відстежувального пристрою, який може бути підключений до пристрою активу, і прийом запиту концентраторного пристрою. Концентраторний пристрій визначає значення на основі множини станів концентраторного пристрою та передає відповідь зі значенням. Множина станів концентраторного пристрою, що використовується концентраторним пристроєм для визначення значення, містить щонайменше множину індикаторів рівня прийнятого сигналу (RSSI) запиту, стан живлення концентраторного пристрою, що вказує, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, рівень сигналу стільникового сигналу на концентраторному пристрої та спеціальне значення зсуву, надане мережевим сервером. Спосіб включає прийом відповіді зі значенням від концентраторного пристрою на відстежувальному пристрої та вибір за допомогою відстежувального пристрою концентраторного пристрою, якому передаються дані датчиків, на основі значення у відповіді. Спосіб включає в себе виявлення активності пристрою активності за допомогою щонайменше одного датчика відстежувального пристрою та передачу одного або більше повідомлень з даними датчиків активності пристрою активності на концентраторний пристрій.

СТИСЛИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

Фігура 1 являє собою блок-схему прикладу втілення системи відстеження активів.

Фігура 2 являє собою блок-схему прикладу втілення відстежувального пристрою.

Фігура 3 являє собою блок-схему прикладу втілення концентраторного пристрою.

Фігура 4 являє собою блок-схему прикладу втілення мережевого сервера.

Фігура 5 являє собою блок-схему прикладу втілення сервера додатків.

Фігура 6 являє собою блок-схему прикладу втілення процесу запиту на з'єднання відстежувального пристрою.

Фігури 7-8 являють собою діаграми прикладів втілення процесу таймера звіту про з'єднання відстежувального пристрою.

Фігура 9 являє собою діаграму прикладу втілення процесу режиму пробудження від активності відстежувального пристрою.

Фігура 10 являє собою діаграму прикладу втілення процесу таймерного режиму відстежувального пристрою.

Фігура 11 являє собою блок-схему прикладу втілення черги даних датчика процесу з'єднання відстежувального пристрою.

Фігура 12 являє собою блок-схему прикладу втілення процесу з'єднання концентраторного пристрою.

ДОКЛАДНИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

Системи відстеження активів та способи цього винаходу вирішують проблеми, пов'язані з моніторингом та відстеженням обладнання та активності обладнання, що використовується на будівельних майданчиках та інших місцях. Системи та способи відстеження активів зменшують надлишкові повідомлення, що обробляються мережевими пристроями, та зменшують використання мережі, необхідне для передачі повідомлень, шляхом створення спеціальної мережі зв'язку з спеціальним протоколом зв'язку між відстежувальним пристроєм між точками та мережним сервером, в якому відстежувальний пристрій з'єднується з концентраторним пристроєм та передає дані датчиків лише з одним з'єднаним концентраторним пристроєм замість трансляції передачі даних датчиків на всі концентраторні пристрої, що призводить до оптимізації даних та економії витрат на передачу на основі з'єднання відстежувальних і концентраторних пристроїв. Відстежувальні пристрої з'єднуються з концентраторним пристроєм, який має кращий стан, наприклад, використовуючи значення рейтингу якості з'єднання концентраторного пристрою, що оптимізує відстежувальний пристрій для зв'язку з концентраторним пристроєм. Повідомлення від відстежувального пристрою до концентраторного пристрою та від концентраторного пристрою до мережевого сервера можуть бути двійковими форматоманими повідомленнями, наприклад, коли двійковий код дорівнює нулю або одиниці, щоб вказати, чи існує активність або не існує для пристрою активу. Це зменшує час передачі та пропускну здатність, необхідну для повідомлень від відстежувальних пристроїв до концентраторних пристроїв, що призводить до додаткової економії коштів. Спеціальна мережа зв'язку усуває позамережеві пристрої від зв'язку з концентраторними пристроями в спеціальній мережі зв'язку, наприклад, за допомогою спеціальної ідентифікації програми (ID) та ідентифікації мережесхемних пристроїв (IDs) у зв'язку між відстежувальними пристроями та концентраторними пристроями, тим самим зменшуючи загальні вимоги до пропускну здатності та витрати на передачу для спеціальної мережі зв'язку.

Фігура 1 зображує варіант реалізації системи відстеження активів 102. Система відстеження активів 102 включає в себе один або більше відстежувальних пристроїв 104-108, один або більше концентраторних пристроїв 110-114, мережевий сервер 116 і сервер додатків 118. Система відстеження 102 необов'язково може включати в себе один або більше клієнтських обчислювальних пристроїв 120-122 і один або більше мобільних пристроїв 124 і 126.

Відстежувальні пристрої

Відстежувальні пристрої 104-108 прикріплені або з'єднані або іншим чином пов'язані з одним або більше пристроями активів 128-132. Приклади пристроїв активів 128-132 включають невеликі інструменти (наприклад, лопати, граблі, драбини та ручні інструменти), насадки для інструментів, інструменти з живленням (наприклад, насоси, генератори та ручні інструменти з живленням) та машини.

Відстежувальні пристрої 104-108 включають в себе один або більше датчиків для виявлення активності пристрою активу 128-132, до якого вони прикріплені, і зберігають дані датчиків цієї активності, у тому числі, коли пристрій активу знаходиться в русі або орієнтація пристрою активу змінюється або, необов'язково, коли пристрій активу є стаціонарним. Наприклад, відстежувальний пристрій 104-108 може мати акселерометр для визначення руху або руху пристрою активу, до якого він прикріплений. В іншому прикладі, відстежувальний пристрій 104-108 має датчик температури для визначення температури пристрою активу, до якого він прикріплений, наприклад, від двигуна пристрою активу, що вказує на те, що пристрій активу працює. В іншому прикладі, відстежувальний пристрій 104-108 має датчик орієнтації, щоб відчувати зміни орієнтації пристрою активу, до якого він прикріплений, який би вказував на рух пристрою активу. В іншому прикладі, відстежувальний пристрій 104-108 має датчик вібрації для визначення вібрації пристрою активу, до якого він прикріплений, що буде вказувати на рух пристрою активу. Відстежувальні пристрої 104-108 можуть включати в себе інші датчики для виявлення однієї або більше інших характеристик пристрою активу, таких як активність пристрою активу.

Відстежувальні пристрої 104-108 приймають показання датчика (сенсорні дані) свого датчика (датчиків) (наприклад, датчика (датчиків), з'єданого (з'єднаних) з пристроєм активу, щоб відчувати активність, таку як рух або температура, пристрою активу) протягом одного або більше конфігурованих періодів чи інтервалів часу зчитування датчика і необов'язково зберігають одне або більше показань датчика. Наприклад, відстежувальні пристрої 104-108 можуть приймати показання датчика, що зчитує постійно, кожні тридцять секунд, кожну хвилину, кожні п'ять хвилин, кожні тридцять хвилин, коли відстежувальний пристрій повинен повідомляти про показання датчика до центрального пристрою 110-114 для передачі на мережевий сервер 116, при активності датчика, або іншому періоді читання датчика або проміжку часу між десятима секундами і двадцятьма чотирма годинами.

Відстежувальні пристрої 104-108 передають одне або більше повідомлень і приймають одне або більше повідомлень від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 через першу мережу 134 зв'язку, включаючи один або більше налаштовуваних періодів або проміжків часу звітності даних датчиків. Наприклад, відстежувальний пристрій 104-108 може бути сконфігурований для передачі даних датчика відстежувального пристрою у зв'язку (наприклад, звіту датчика) до концентраторного пристрою 110-114 кожну хвилину, кожні вісім хвилин, кожні двадцять хвилин, кожні тридцять хвилин, кожну годину, кожні 12 годин, кратну восьмихвилинному приросту між вісьмома хвилинами та 1440 хвилинами, періоду між однією хвилиною та сімома днями, після виявлення активності пристрою активу, до якого він приєднаний, після пробудження від циклу сну, після з'єднання з концентраторним пристроєм або іншим сконфігурованим періодом або інтервалом часу передачі даних датчика.

В одному прикладі, відстежувальний пристрій 104-108 конфігурується з інтервалом звітності даних датчика, що становить вісім хвилин або кратним восьмихвилинному приросту між вісьмома хвилинами і 1440 хвилинами. У цьому прикладі відстежувальний пристрій 110-114 зчитує свій датчик кожну хвилину і записує (зберігає в своїй пам'яті) активність датчика для кожної хвилини, поки вона не досягне восьми хвилин. Відстежувальний пристрій 104-108 потім передає свою записану активність датчика на концентраторний пристрій 110-114.

Кожен відстежувальний пристрій 104-108 з'єднується з одним концентраторним пристроєм 110-114 так, що відстежувальний пристрій тільки передає дані датчика і приймає дані конфігурації та/або інші дані від одного концентраторного пристрою, в той час як з'єднується з цим концентраторним пристроєм. Якщо відстежувальний пристрій 104-108 втрачає з'єднання з концентраторним пристроєм 110-114, відстежувальний пристрій може повторно з'єднуватися з тим же концентраторним пристроєм 110-114 або з'єднуватися з іншим концентраторним пристроєм. Це з'єднання використовується замість кожного відстежувального пристрою 104-108, що завжди транслює кожне повідомлення для обробки всіма концентраторними пристроями 110-114.

Відстежувальний пристрій 104-108 може з'єднуватися з конкретним концентраторним пристроєм 110-114 на основі одного або більше станів концентраторного пристрою. Наприклад, відстежувальний пристрій 104-108 передає запит на з'єднання на один або більше концентраторних пристроїв 110-114. Запит на з'єднання - це повідомлення, яке вимагає, щоб концентраторний пристрій з'єднувався з відстежувальним пристроєм. Кожен концентраторний пристрій 110-114 передає відповідь на з'єднання назад на відстежувальний пристрій. Відповідь на з'єднання - це повідомлення, що вказує на те, що концентраторний пристрій доступний для з'єднання з відстежувальним пристроєм. Кожен запит на з'єднання може включати ідентифікацію пристрою (ID) відстежувального пристрою. Відповідь на з'єднання може включати ідентифікацію пристрою (ID) відповідаючого концентраторного пристрою 110-114, канал даних, по якому відстежувальний пристрій 104-108 повинен передавати дані датчика до концентраторного пристрою, а концентраторний пристрій повинен приймати дані датчика, інформацію, що ідентифікує один або більше станів концентраторного пристрою або якість одного або більше станів концентраторного пристрою, таку як значення рейтингу якості з'єднання (PQRV), що представляє один або більше станів концентраторного пристрою, або складене значення декількох станів концентраторного пристрою, наприклад, на основі одного або більше параметрів з'єднання станів концентраторного пристрою, і необов'язково індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) запиту на з'єднання відстежувального пристрою. Потім відстежувальний пристрій 104-108 вибирає та з'єднується з концентраторним пристроєм 110-114, який має найкращий стан або найкраще композитне значення з декількох станів, наприклад, з найкращим значенням якості стану для концентраторного пристрою, шляхом вибору концентраторного пристрою з найкращим станом або значенням якості стану, таким як значення рейтингу якості з'єднання (PQRV), що представляє один або більше станів концентраторного пристрою або композитне значення декількох станів концентраторного пристрою, і передачі його даних датчика та необов'язково ідентифікатора концентраторного пристрою вибраного концентраторного пристрою через канал даних, визначений вибраним концентраторним пристроєм, наприклад, в одному або більше звітах датчика або інших повідомленнях. Одним з прикладів значення якості стану є значення рейтингу якості з'єднання (PQRV), яке обговорюється нижче. Приклади значень включають позитивні та негативні числа, рапори та інші позначення або уявлення для ідентифікації конкретного стану пристрою.

В одному варіанті здійснення відстежувальні пристрої 104-108 вимагають, щоб потенційний концентраторний пристрій 110-114 для з'єднання мав мінімальне значення рейтингу якості з'єднання (PQRV), щоб з'єднуватися з відстежувальним пристроєм. Відстежувальні пристрої 104-108 необов'язково можуть передавати мінімальне значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) у запитах з'єднання. Якщо значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) конкретного концентраторного пристрою не відповідає (не дорівнює або перевищує) мінімальне значення рейтингу якості з'єднання (PQRV), необхідне для конкретного відстежувального пристрою 104-108, конкретний відстежувальний пристрій не з'єднується з конкретним концентраторним пристроєм у цьому варіанті реалізації винаходу. Якщо значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) всіх концентраторних пристроїв 110-114 не відповідає (не дорівнює або більше) мініальному значенню рейтингу якості з'єднання (PQRV), необхідному для

конкретного відстежувального пристрою 104-108, конкретний відстежувальний пристрій не з'єднується з жодним з концентраторних пристроїв у цьому варіанті реалізації винаходу. Якщо значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) одного або більше концентраторних пристроїв відповідає (дорівнює або більше) мінімальному значенню рейтингу якості з'єднання (PQRV), необхідному для конкретного відстежувального пристрою 104-108, конкретний відстежувальний пристрій вибере концентраторний пристрій з найкращим значенням рейтингу якості з'єднання (PQRV) для з'єднання.

В одному варіанті реалізації винаходу, якщо два або більше концентраторних пристроїв 110-114 мають однаковий найкращий стан, якість одного або більше станів, композитний стан, композитну якість одного або більше станів або значення рейтингу якості з'єднання (залежно від випадку), ідентифіковане у відповідях на з'єднання концентраторного пристрою, відстежувальний пристрій 104-108 вибирає концентраторний пристрій, що має найвищий вимірний RSSI запиту на з'єднання, відстежувального пристрою, переданий для з'єднання, як виміряно на вибраному концентраторному пристрої. Якщо два або більше концентраторних пристроїв 110-114 також мають однаковий RSSI запиту на з'єднання, переданий відстежувальним пристроєм 104-108, відстежувальний пристрій 104-108 вибирає концентраторний пристрій для з'єднання, який відповідає першій отриманій відповіді на з'єднання.

Відстежувальні пристрої 104-108 можуть передавати одне або більше повідомлень до з'єднаних концентраторних пристроїв 110-114, які включають дані датчиків та інші дані. Дані датчика включають в себе одне або більше показань датчика, взятих одним або більше датчиками відстежувального пристрою 104-108, в тому числі протягом конфігурованого періоду звітності даних датчика або інтервалу часу. Відстежувальні пристрої 104-108 також можуть включати в себе рівень заряду акумулятора або рівень потужності акумулятора або силового пристрою відстежувального пристрою та/або ідентифікацію пристрою відстежувального пристрою (ID) у повідомленні, що передається на з'єднаний концентраторний пристрій 104-108. Відстежувальні пристрої 104-108 можуть передавати запити конфігурації та/або підтвердження зв'язку на з'єднаний концентраторний пристрій 110-114, які можуть не включати дані датчика.

Відстежувальні пристрої 104-108 можуть приймати один або більше повідомлень підтвердження від з'єданого концентраторного пристрою 110-114, наприклад, коли з'єднаний концентраторний пристрій отримує дані датчиків (наприклад, звіт датчика) з ідентифікатором концентраторного пристрою по каналу даних, призначеному концентраторним пристроєм у відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104-108 також може приймати одне або більше повідомлень з однією або більше конфігураціями або змінами конфігурації (де конфігурації або зміни конфігурації можуть називатися просто "конфігураціями" далі тут або в доданій формулі винаходу) від з'єданого концентраторного пристрою 110-114. Відстежувальний пристрій 104-108 потім встановить або іншим чином реалізує одну або більше конфігурацій або змін конфігурації на відстежувальному пристрої. Наприклад, повідомлення від з'єданого концентраторного пристрою 110-114 може включати конфігурацію, що ідентифікує нову або зміну в інтервалі звітності даних датчика, для якої дані датчика повинні передаватися до концентраторного пристрою, або конфігурацію з новим вбудованим програмним забезпеченням. Відстежувальний пристрій 104-108 необов'язково передає повідомлення підтвердження з'єданому концентраторному пристрою 110-114, коли одна або більше конфігурацій або змін конфігурації були встановлені, або необов'язково, коли відстежувальний пристрій приймає одну або більше конфігурацій або змін конфігурації.

Відстежувальні пристрої 104-108 є апаратними і містять один або більше процесорів для обробки даних та комп'ютерно-зчитуваних виконуваних інструкцій/програмного забезпечення, пам'ять для зберігання даних та комп'ютерно-зчитуваних виконуваних інструкцій/програмного забезпечення та один або більше приймачів для передачі та прийому повідомлень. Процесор(и) виконує машинозчитувані виконувані інструкції/програмне забезпечення, обробляє повідомлення, створює повідомлення, отримує дані з пам'яті та зберігає дані в пам'яті. Процесор(и) і пам'ять є апаратними засобами.

Концентраторні пристрої

Концентраторні пристрої 110-114 приєднані або підключені до одного або більше стаціонарних або мобільних пристроїв 136 активів, такими як транспортні засоби, живлене обладнання (наприклад, бульдозери, екскаватори та трактори) та контейнери для інструментів, наприклад. Концентраторні пристрої 110-114 необов'язково містять один або більше датчиків для виявлення активності пристрою активу, до якого він приєднаний або підключений, і зберігають дані датчиків цієї активності, у тому числі, коли пристрій активу знаходиться в русі або орієнтація пристрою активу змінюється або необов'язково, коли пристрій активу є стаціонарним. Наприклад, концентраторний пристрій 110-114 може мати акселерометр для визначення руху або пересування пристрою активу, до якого він прикріплений. В іншому прикладі, концентраторний пристрій 110-114 має датчик температури для визначення температури пристрою активу, до якого він прикріплений, наприклад, від двигуна пристрою активу, що вказує на те, що пристрій активу працює. В іншому прикладі, концентраторний пристрій 110-114 має датчик орієнтації, щоб відчувати зміни орієнтації пристрою активу, до якого він

прикріплений, який би вказував на рух пристрою активу. В іншому прикладі, концентраторний пристрій 110-114 має датчик вібрації для визначення вібрації пристрою активу, до якого він прикріплений, що буде вказувати на рух пристрою активу. Концентраторний пристрій 110-114 може мати інші датчики для виявлення однієї або більше інших характеристик пристрою активу, таких як активність пристрою активу.

Концентраторні пристрої 110-114 приймають показання датчика (сенсорні дані) свого датчика(-ів) (наприклад, датчика(-ів), підключеного(-их) до пристрою активу, щоб відчувати активність, таку як переміщення або температура, пристрою активу) протягом одного або більше конфігурованих періодів чи інтервалів часу зчитування датчика і необов'язково зберігають одне або більше показань датчика. Наприклад, концентраторні пристрої 110-114 можуть приймати показання датчика, що зчитує постійно, кожні тридцять секунд, кожну хвилину, кожні п'ять хвилин, кожні тридцять хвилин, коли відстежувальний пристрій повинен повідомляти про показання датчика на мережевий сервер 116, при активності датчика, або іншому періоді читання датчика або проміжку часу між десятима секундами і двадцятьма чотирма годинами.

Концентраторні пристрої 110-114 передають дані датчиків виявленої активності на мережевий сервер 116 через другу мережу зв'язку 138, включаючи в один або більше налаштовуваних періодів або інтервалів часу звітування даних датчиків. Наприклад, концентраторні пристрої 110-114 можуть бути сконфігуровані для передачі даних датчиків концентраторного пристрою у повідомленні (наприклад, звіті датчика) до мережевого сервера 16 кожну хвилину, кожні вісім хвилин, кожні двадцять хвилин, кожні тридцять хвилин, кожну годину, кожні 12 годин, кратну восьмихвилинному приросту між вісьмома хвилинами та 1440 хвилинами, період від двох хвилин до семи днів, після виявлення активності пристрою активу, до якого він приєднаний, після пробудження від циклу сну або іншого налаштовуваного періоду звітності даних датчиків або інтервалу часу.

Концентраторні пристрої 110-114 передають одне або більше інших повідомлень до мережевого сервера 116 і приймають одне або більше інших повідомлень від мережевого сервера 116 через другу мережу зв'язку 138. Наприклад, концентраторні пристрої 110-114 передають на мережевий сервер 116 дані про місцезнаходження (наприклад, дані GPS про місцезнаходження) для визначення місцезнаходження концентраторного пристрою, або з даними датчиків (наприклад, даними про активність датчиків) від одного або більше датчиків на хабовому пристрої та/або даними датчиків (наприклад, даними про активність), отриманими від одного або більше пристроїв відстеження 104-108, або окремо від даних датчиків (наприклад, даними про активність датчиків). В іншому прикладі, концентраторні пристрої 110-114 приймають одну або більше конфігурацій або змін конфігурації від мережевого сервера 116 через другу мережу зв'язку 138, яка встановлюється або реалізується на концентраторних пристроях і/або передається на один або більше відстежувальних пристроїв 104-108 для установки або реалізації.

Концентраторні пристрої 110-114 визначають їх місцезнаходження, наприклад, через супутникові або наземні (встановлені на поверхні) дані GPS про місцезнаходження, отримані концентраторними пристроями від одного або більше супутників GPS або наземних передавачів GPS-сигналів. Концентраторні пристрої 110-114 можуть використовувати альтернативні способи визначення місця розташування, наприклад, від прийому одного або більше повідомлень від Глобальної навігаційної супутникової системи (ГЛОНАСС) або еквівалентних пристроїв одним або більше приймачами концентраторного пристрою та/або за допомогою одного або більше пристроїв та способів визначення місцезнаходження концентраторного пристрою. Пристрої-концентратори 110-114 визначають свій координований універсальний час (UTC), наприклад, з сигналів GPS, повідомлень ГЛОНАСС та/або повідомлень стільникової мережі.

Пристрої-концентратори 110-114 можуть включати в себе внутрішнє джерело живлення (наприклад, акумулятор) або підключатися до зовнішнього джерела живлення від пристрою активу, пристрою на сонячній енергії, приймача-передавача типу Long Range (LoRa) або іншого зовнішнього джерела живлення. Наприклад, концентраторні пристрої 110-114 можуть з'єднуватися з енергосистемою приймача-передавача типу LoRa або джерелом живлення пристрою активу та отримувати від неї енергію для збереження стільникового зв'язку.

Пристрої-концентратори 110-114 приймають одне або більше повідомлень від і передають одне або більше повідомлень до одного або більше пристроїв відстеження 104-108, наприклад, через першу мережу зв'язку 134. Наприклад, концентраторні пристрої 110-114 приймають дані датчиків в одному або декількох повідомленнях (наприклад, звітах датчиків), переданих одним або декількома відстежувальними пристроями 104-108, і додають позначки дати та часу до даних датчиків (наприклад, позначки часу на основі UTC). Дані та час можуть бути визначені концентраторним пристроєм з прийнятих GPS-повідомлень, повідомлень ГЛОНАСС та/або повідомлень стільникової мережі. Концентраторні пристрої 110-114 необов'язково зберігають дані датчиків, отримані від одного або більше відстежувальних пристроїв 104-108. Пристрої-концентратори 110-114 необов'язково передають підтвердження на один або більше пристроїв відстеження 104-108, коли концентраторний пристрій отримує повідомлення з даними датчика від відстежувального пристрою. Оскільки

концентраторні пристрої 110-114 часто прикріплені до мобільних пристроїв активів, вони можуть виходити за межі діапазону конкретних відстежувальних пристроїв 104-108 і, отже, можуть бути не в змозі приймати повідомлення від відстежувальних пристроїв поза діапазоном.

Пристрої-концентратори 110-114 з'єднуються з одним або декількома відстежувальними пристроями 104-108. Потім концентраторні пристрої 110-114 діють на прийняті дані датчиків від одного або більше повідомлень, переданих від з'єданого відстежувального пристрою 104-108, наприклад, обробляючи ці дані датчиків або інше корисне навантаження та/або передаючи ці дані датчиків на мережевий сервер 116, але не діють на прийняті дані датчиків від нез'єднаних відстежувальних пристроїв. Концентраторні пристрої 110-114 також передають конфігурації та зміни конфігурації з'єднаним пристроям відстеження 104-108, але не нез'єднаним пристроям відстеження в одному варіанті реалізації винаходу.

Конкретний відстежувальний пристрій 104-108 може з'єднуватися з концентраторним пристроєм 110-114 на основі одного або більше станів концентраторного пристрою. Наприклад, концентраторний пристрій 110-114 отримує запит на з'єднання від одного або більше пристроїв відстеження 104-108. Концентраторний пристрій 110-114 визначає інформацію, що ідентифікує один або більше станів концентраторного пристрою, таку як значення якості стану, що представляє один або більше станів концентраторного пристрою, або композитне значення декількох станів концентраторного пристрою, таке як на основі одного або більше параметрів з'єднання станів концентраторного пристрою. Концентраторний пристрій 110-114 передає відповідь на з'єднання назад до відстежувального пристрою 104-108 з ідентифікацією пристрою (ID) концентраторного пристрою, ідентифікацією каналу даних, по якому відстежувальний пристрій повинен передавати дані датчика до концентраторного пристрою, а концентраторний пристрій повинен приймати дані датчика, опціонально RSSI відповідного запиту на з'єднання з відстежувальним пристроєм, і інформацію, що ідентифікує один або більше станів концентраторного пристрою, якість одного або більше станів концентраторного пристрою, складене значення декількох станів концентраторного пристрою або складене значення якості одного або більше станів концентраторного пристрою (наприклад, PQRV). Потім відстежувальний пристрій 104-108 з'єднується з концентраторним пристроєм 110-114, який має найкращий стан або найкраще композитне значення з декількох станів, наприклад, з найкращим значенням якості стану для концентраторного пристрою (наприклад, PQRV), шляхом передачі своїх даних датчика та ідентифікатора концентраторного пристрою до з'єданого концентраторного пристрою по каналу даних, призначеному концентраторним пристроєм, наприклад, в одному або декількох звітах датчика або інших повідомленнях. Потім концентраторний пристрій 110-114 передає підтвердження на відстежувальний пристрій, що вказує, що концентраторний пристрій прийняв один або більше звітів датчика або інших повідомлень. Одним з прикладів значення якості стану є значення рейтингу якості з'єднання (PQRV), яке обговорюється нижче. Приклади значень включають позитивні та негативні числа, прапори та інші позначення або уявлення для ідентифікації конкретного стану пристрою.

В одному прикладі кожен концентраторний пристрій 110-114 визначає один або більше станів концентраторного пристрою і передає одне або більше значень або індикаторів одного або більше станів концентраторного пристрою або складене значення декількох станів концентраторного пристрою до одного або більше пристроїв відстеження 104-108 для оцінки потенційного з'єднання між концентратором і цими відстежувальними пристроями. Наприклад, концентраторний пристрій 110-114 може визначати значення якості стану, що представляє собою комбінацію або складену величину одного або більше станів концентраторного пристрою, наприклад, на основі одного або більше параметрів станів з'єднання, і передавати це значення якості стану до пристроїв відстеження 104-108. Відстежувальні пристрої 104-108 потім використовують це значення для вибору концентраторного пристрою 110-114, з яким слід з'єднуватися. В одному прикладі значення якості стану ґрунтується на стані параметрів з'єднання для індикатора сили прийнятого сигналу (RSSI) запиту на з'єднання, стані потужності концентраторного пристрою, що вказує на те, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, якості сигналу стільникового сигналу або іншого мережевого сигналу або з'єднання з концентраторним пристроєм 110-114 для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером 116 (наприклад, індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) стільникового сигналу на концентраторному пристрої (наприклад, для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером за допомогою стільникових сигналів, таких як стільникове з'єднання), потужності сигналу з'єднання між концентраторним пристроєм та мережевим сервером або потужності стільникового сигналу стільникового з'єднання між концентраторним пристроєм та мережевим сервером) та спеціальному значенні зміщення, наданому мережевим сервером. Спеціальне значення зміщення є необов'язковим у деяких варіантах реалізації винаходу. В іншому прикладі значення якості стану може бути засноване на одному або декількох станах або параметрах станів з'єднання концентраторного пристрою 110-114, таких як індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) одного або декількох повідомлень, отриманих концентраторним пристроєм від відстежувального пристрою 104-108 (наприклад, RSSI запиту на з'єднання), стан живлення концентраторного пристрою (наприклад, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення від пристрою активу, пристрою на сонячних батареях,

приймача типу Long Range (LoRa) або іншого зовнішнього джерела живлення або внутрішньої батареї), наскільки близьким є концентраторний пристрій до максимального значення робочого циклу для концентраторного пристрою, незалежно від того, чи має концентраторний пристрій стільникове з'єднання або інше мережеве з'єднання з мережевим сервером 116, якість сигналу стільникового сигналу або іншого мережевого сигналу або з'єднання на концентраторному пристрої для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером (наприклад, індикатор потужності прийнятого сигналу (RSSI) стільникового сигналу на концентраторному пристрої (наприклад, для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером за допомогою стільникових сигналів, таких як стільникове з'єднання), потужність сигналу підключення між концентраторним пристроєм та мережевим сервером або потужність стільникового сигналу стільникового з'єднання між концентраторним пристроєм та мережевим сервером), початкову швидкість концентраторного пристрою необов'язково протягом певного періоду часу (наприклад, значення нуля або більше нуля, визначене концентраторним пристроєм з одного або більше GPS-повідомлень, отриманих концентраторним пристроєм, або одне або більше показань датчиків одного або більше датчиків концентраторного пристрою), визначення концентраторного пристрою, якщо є активність (наприклад, рух) концентраторного пристрою або пристрою активу, до якого підключений концентраторний пристрій, на основі одного або більше показань датчиків одного або більше датчиків концентраторного пристрою, та/або спеціального значення зміщення, наданого мережевим сервером. Цикл роботи концентраторного пристрою - це частка часу, протягом якого концентраторний пристрій активний (наприклад, передача у випадку передавача). Як обмежена мобільність концентраторного пристрою 110-114, так і хороший стільниковий зв'язок або інший мережевий зв'язок між концентраторним пристроєм і мережевим сервером 116 призводять до кращого значення якості стану для концентраторного пристрою. Пристрої-концентратори 110-114 вимірюють RSSI запиту на з'єднання і роблять одне або більше інших вимірювань або показань датчиків для параметрів стану з'єднання або інших станів концентраторного пристрою за допомогою одного або більше датчиків концентраторного пристрою.

В іншому прикладі, концентраторний пристрій 110-114 отримує один або більше запитів на з'єднання від одного або більше відстежувальних пристроїв 104-108 і передає відповідь на з'єднання на один або більше запитів на з'єднання від одного або більше відстежувальних пристроїв. Відповіді на з'єднання можуть включати ідентифікацію каналу даних, вибраного концентраторним пристроєм 110-114 для прийому даних датчиків від відстежувального пристрою 104-108, та ідентифікацію пристрою (ID) відповідаючого концентраторного пристрою. Відповіді на з'єднання також можуть включати інформацію, що ідентифікує один або більше станів концентраторного пристрою 110-114, якість одного або більше станів концентраторного пристрою, композитне значення декількох станів концентраторного пристрою, композитне значення якості одного або більше станів концентраторного пристрою або, залежно від випадку, рейтингове значення якості з'єднання. Паралельні відповіді необов'язково можуть включати RSSI відповідного отриманого запиту на з'єднання.

В одному прикладі, концентраторний пристрій 110-114 вважає себе зв'язаним з відстежувальним пристроєм 104-108 тільки в тому випадку, якщо концентраторний пристрій отримує від відстежувального пристрою звіт датчика або інший зв'язок з ідентифікатором концентраторного пристрою через канал даних, призначений концентратором для отримання даних від відстежувального пристрою. У цьому випадку концентраторний пристрій 110-114 передає до відстежувального пристрою 104-108 підтвердження того, що концентраторний пристрій отримав звіт датчика або інше повідомлення, і відстежувальний пристрій отримує підтвердження. В іншому прикладі, концентраторний пристрій 110-114 не буде з'єднаний з відстежувальним пристроєм 104-108, якщо відстежувальний пристрій не передає звіт датчика або інше повідомлення на концентраторний пристрій з ідентифікатором концентраторного пристрою через канал даних, призначений концентратором для прийому даних від відстежувального пристрою. В іншому прикладі, відстежувальний пристрій 104-108 не вважає себе з'єднаним з концентратором 110-114, якщо відстежувальний пристрій не отримує підтвердження того, що концентраторний пристрій отримав звіт датчика або інше повідомлення. У ще одному прикладі, концентраторний пристрій 110-114 не буде обробляти дані датчиків або інше корисне навантаження від будь-якого повідомлення, якщо повідомлення не містить ідентифікатор концентраторного пристрою, і концентраторний пристрій не з'єднаний з пристроєм, що передає таке повідомлення. У ще одному прикладі, концентраторний пристрій 110-114 не оброблятиме дані датчиків або інше корисне навантаження від повідомлення, якщо повідомлення не приймається по каналу даних, призначеному концентратором для прийому звітів датчиків та/або інших повідомлень даних, і концентраторний пристрій не з'єднаний з пристроєм, що передає таке повідомлення.

Пристрої-концентратори 110-114 можуть передавати одне або більше повідомлень на з'єднаний відстежувальний пристрій 104-108, який включає в себе одну або більше конфігурацій або змін конфігурації. Наприклад, концентраторний пристрій 110-114 може передавати повідомлення з'єднаному відстежувальному пристрою 104-108 з оновленням прошивки або конфігурацією, що ідентифікує часовий інтервал (інтервал передачі даних датчика), протягом якого з'єднаний

відстежувальний пристрій повинен передавати дані датчика до концентраторного пристрою. Відстежувальні пристрої 104-108 необов'язково передають повідомлення підтвердження до концентраторного пристрою 110-114, коли одна або більше конфігурацій або змін конфігурації були встановлені або іншим чином реалізовані або необов'язково після того, як одна або більше конфігурацій або змін конфігурації були отримані відстежувальними пристроями, і концентраторні пристрої необов'язково отримують підтвердження.

З'єднання відстежувального пристрою - концентраторного пристрою зменшує надлишкові повідомлення в цій системі відстеження активів 102 у порівнянні з попередніми системами, оскільки відстежувальний пристрій 104-108 об'єднує та передає дані датчиків або інші повідомлення корисного навантаження до одного концентраторного пристрою 110-114 (наприклад, в одному або декількох звітах датчиків) по каналу даних, призначеному концентратором, і з ідентифікатором концентраторного пристрою, концентраторний пристрій обробляє лише дані датчиків або інший корисні навантаження з'єданого відстежувального пристрою, і цей концентраторний пристрій передає ці дані датчиків або інше корисне навантаження на мережевий сервер 116. Скорочення надлишкових повідомлень значно знижує кількість повідомлень з даними датчиків та іншим корисним навантаженням, які повинен обробляти та реагувати концентраторний пристрій 110-114, значно зменшуючи використання дорогіснних ресурсів обробки кожного концентраторного пристрою. Скорочення надлишкових повідомлень також значно знижує загальну вартість передачі даних, оскільки загальна кількість байтів даних, переданих від відстежувальних пристроїв 104-108 до концентраторних пристроїв 110-114 і від концентраторних пристроїв до мережевого сервера 116, значно зменшується.

Концентраторні пристрої 110-114 є апаратними і містять один або більше процесорів для обробки даних та комп'ютерно-зчитуваних виконуваних інструкцій/програмного забезпечення, пам'ять для зберігання даних та комп'ютерно-зчитуваних виконуваних інструкцій/програмного забезпечення та один або більше приймачів для передачі та прийому повідомлень. Процесор(и) виконує машинозчитувані виконувані інструкції/програмне забезпечення, обробляє повідомлення, створює повідомлення, отримує дані з пам'яті та зберігає дані в пам'яті. Процесор(и) і пам'ять є апаратними засобами.

Мережевий сервер

Мережевий сервер 116 отримує одне або більше повідомлень від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114. Одне або більше повідомлень можуть включати в себе дані датчиків та інші дані від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 та/або дані датчиків та інші дані від одного або більше пристроїв відстеження 104-108. Мережевий сервер 116 необов'язково зберігає ці дані датчиків та інші дані в пам'яті мережевого сервера.

Наприклад, мережевий сервер 116 необов'язково може зберігати в сховищі мережевого сервера одні або більше даних датчиків (звітів датчиків) для кожного конкретного відстежувального пристрою в системі 102 відстеження активів, ідентифікатор відстежувального пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого прикріплений, підключений або пов'язаний відстежувальний пристрій, місцезнаходження відстежувального пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), позначку часу датчика відстежувального пристрою (звіту датчика), напругу акумулятора відстежувального пристрою, журнали активності цього відстежувального пристрою, температуру відстежувального пристрою та версію конфігурації відстежувального пристрою. Мережевий сервер 116 також необов'язково зберігає в сховищі мережевого сервера одні або більше даних датчиків для кожного конкретного концентраторного пристрою в системі 102 відстеження активів, ідентифікатор концентраторного пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого приєднаний, підключений або пов'язаний концентраторний пристрій, розташування концентраторного пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), доступні слоти конфігурації концентраторного пристрою, версію конфігурації концентраторного пристрою, зовнішнє джерело живлення концентраторного пристрою, якщо таке є, напругу живлення концентраторного пристрою та звіти датчика відстежувального пристрою концентраторного пристрою. Мережевий сервер 116 необов'язково може зберігати в мережевому серверному сховищі список концентраторних пристроїв 110-114 та пристроїв відстеження 104-108, з якими концентраторні пристрої в даний час з'єднані, та список концентраторних пристроїв та пристроїв відстеження, з якими концентраторні пристрої раніше були з'єднані.

Мережевий сервер 116 передає інструкції та інші повідомлення на хабові пристрої. Наприклад, мережевий сервер 116 передає одну або більше конфігурацій або змін конфігурації до одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 для встановлення або іншої реалізації концентраторного пристрою на самому собі. Мережевий сервер 116 може передавати унікальну конфігурацію або зміну конфігурації для конкретного концентраторного пристрою 110-114 або загальну конфігурацію або зміну конфігурації для декількох концентраторних пристроїв. Наприклад, мережевий сервер 116 може передавати конфігурацію або зміну конфігурації конкретному хабовому пристрою 110-114, ідентифікованому ідентифікатором пристрою концентраторного пристрою.

Мережевий сервер 116 передає одну або більше конфігурацій та змін конфігурації до одного або

більше концентраторних пристроїв 110-114 для передачі та встановлення або іншої реалізації одним або більше пристроями 104-108 відстеження. Мережевий сервер 116 може передавати унікальну конфігурацію або зміну конфігурації для конкретного відстежувального пристрою 104-108 або загальну конфігурацію або зміну конфігурації для декількох відстежувальних пристроїв. Наприклад, мережевий сервер 116 може передавати конфігурацію або зміну конфігурації на концентраторний пристрій 110-114 з інструкціями на концентраторний пристрій для передачі конфігурації або зміни конфігурації на конкретний пристрій 104-108 відстеження, ідентифікований ідентифікатором відстежувального пристрою.

Мережевий сервер 116 може приймати одне або більше повідомлень від і/або передавати одне або більше повідомлень на один або більше серверів додатків, таких як сервер додатків 118. Наприклад, мережевий сервер 116 може передавати дані датчиків від одного або декількох відстежувальних пристроїв 104-108 та/або одного або декількох концентраторних пристроїв 110-114 разом з деякими або всіма даними, пов'язаними з цими пристроями, на сервер додатків 118 з або без попереднього отримання запиту на дані датчиків від сервера додатків. Такі дані активів, дані датчиків та інші дані можуть включати в себе одні або більше даних датчиків (наприклад, зі звітів датчиків) для кожного конкретного відстежувального пристрою 104-108 в системі відстеження активів 102, ідентифікатор відстежувального пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого приєднаний, підключений або пов'язаний відстежувальний пристрій, місцезнаходження відстежувального пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), позначку часу датчика відстежувального пристрою (звіт датчика), напругу акумулятора відстежувального пристрою, журнали активності відстежувального пристрою, температуру відстежувального пристрою, статус активації або деактивації відстежувального пристрою та версію конфігурації відстежувального пристрою, всі з яких опціонально можуть зберігатися в сховищі мережевого сервера. Ці дані активів, дані датчиків та інші дані також можуть включати в себе одні або більше даних датчиків для кожного конкретного концентраторного пристрою в системі 102 відстеження активів, ідентифікатор пристрою кожного концентраторного пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого приєднаний, підключений або пов'язаний концентраторний пристрій, розташування концентраторного пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), доступні слоти конфігурації концентраторного пристрою, версію конфігурації цього концентраторного пристрою, зовнішнє джерело живлення концентраторного пристрою, якщо таке є, напругу живлення концентраторного пристрою, стан активації або деактивації концентраторного пристрою та звіти датчика відстеження концентраторного пристрою, всі з яких опціонально можуть зберігатися в сховищі мережевого сервера.

В одному аспекті мережевий сервер 116 забезпечує кінцеву точку для зв'язку з концентраторними пристроями 110-114, чергує вхідні повідомлення від концентраторних пристроїв, необов'язково перетворює повідомлення, отримані від концентраторних пристроїв, з бінарного кодованого формату в текстовий формат, і зберігає дані з чергових повідомлень від концентраторних пристроїв (після необов'язкового перетворення в текстовий формат) в базі даних сервера додатків 118. У цьому аспекті мережевий сервер 116 також отримує конфігурації або зміни конфігурації, які повинні бути реалізовані для одного або більше пристроїв відстеження 104-108 та/або одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 від сервера додатків 118, опціонально визначає правильний один або більше концентраторних пристроїв для передачі конфігурацій або змін конфігурації (наприклад, для конкретного відстежувального пристрою, з'єднаного з конкретним концентраторним пристроєм), і передає повідомлення одному або більше концентраторних пристроїв з конфігураціями або змінами конфігурації з ідентифікацією пристрою(-ів) відстеження та/або пристрою(-ів) концентраторного пристрою, які конфігурації або зміни конфігурації повинні бути встановлені або реалізовані. У цьому аспекті мережевий сервер 116 функціонує як брокер повідомлень для замовлення та чергування повідомлень від концентраторних пристроїв 110-114 та вставки даних із впорядкованих та чергових повідомлень до бази даних сервера додатків 118. В одному прикладі мережевий сервер 116 включає Amazon Web Services (AWS) IoT Core (HTTP/API Endpoint) для забезпечення функцій кінцевої точки та зв'язку з пристроями-концентраторами 104-108, Amazon Web Services (AWS) Simple Queue Service (SQS) для забезпечення функцій черги та Amazon Web Services (AWS) Lambda service для перетворення повідомлень або даних із повідомлень між двостороннім кодованим форматом та текстовим форматом, зберігання даних до бази даних додатків 118 та зв'язку з сервером додатків. Однак, можуть використовуватися інші типи серверів.

В іншому необов'язковому аспекті мережевий сервер 116 отримує список активованих та/або деактивованих відстежувальних пристроїв 104-108 та/або концентраторних пристроїв 110-114 від іншого сервера (наприклад, стороннього сервера) і передає цей список на сервер додатків 118 або в базу даних сервера додатків для зберігання. У ще одному необов'язковому аспекті мережевий сервер 116 отримує одне або більше оновлень програм для одного або більше відстежувальних пристроїв 104-108 та/або одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 від іншого сервера (наприклад, стороннього сервера) та передає оновлення програми на один або більше пристроїв відстеження та/або один або більше концентраторних пристроїв для встановлення на один або більше пристроїв

відстеження та/або один або більше концентраторних пристроїв. Мережевий сервер 116 може включати в себе ідентифікатор відстежувальних пристроїв 104-108 та/або концентраторних пристроїв 110-114, на яких має бути встановлено оновлення програм. У цьому прикладі один або більше відстежувальних пристроїв 104-108 та/або один або більше концентраторних пристроїв 110-114 отримують оновлення програм та встановлюють оновлення програм на свої пристрої.

Мережевий сервер 116 є апаратним. Мережевий сервер 116 включає в себе один або більше процесорів для обробки даних і пам'ять для зберігання даних. Процесор обробляє машиночитані виконувачі інструкції, повідомлення, створює повідомлення, отримує дані з пам'яті та зберігає дані в пам'яті. Процесор і пам'ять є апаратними засобами. Пам'ять може включати енергозалежну та/або енергонезалежну пам'ять, наприклад, комп'ютерно-зчитуваний носій даних, такий як кеш, оперативна пам'ять (RAM), пам'ять тільки для читання (ROM), флеш-пам'ять або іншу пам'ять для зберігання даних та/або комп'ютерно-зчитувачі виконувачі інструкції, в тому числі для відображення даних. Крім того, мережевий сервер 116 додатково включає в себе один або більше приймачів-передавачів або інших інтерфейсів зв'язку для передачі повідомлень і прийому повідомлень від сервера додатків 118, концентраторних пристроїв 110-114 і необов'язкового стороннього сервера через одну або більше мереж зв'язку.

Хоча мережевий сервер 116 показаний як один пристрій, він може включати в себе кілька серверів, наприклад, в конфігурації хмарних обчислень. Крім того, мережевий сервер 116 і сервер додатків 118 можуть бути об'єднані.

Сервер додатків

Сервер додатків 118 керує відстежувальними пристроями 104-108 та концентраторними пристроями 110-114 в системі відстеження 102. Сервер додатків 118 підтримує список концентраторних пристроїв 110-114 і відстежувальних пристроїв 104-108 в системі відстеження активів 102. Сервер додатків 118 також зберігає розташування (наприклад, широту і довготу або координати GPS) для кожного відстежувального пристрою 104-108 і концентраторного пристрою 110-114 в системі відстеження активів 102, наприклад, з даних про розташування, переданих одним з концентраторних пристроїв з даними датчиків, отриманими від одного або більше відстежувальних пристроїв та/або даними датчиків для самого концентраторного пристрою.

Сервер додатків 118 містить базу даних, яка отримує дані від мережевого сервера 116 в одному або декількох повідомленнях, включаючи дані активів, дані датчиків та інші дані, і зберігає ці дані активів, дані датчиків та інші дані в базі даних мережевого сервера для оцінки, маніпулювання та управління одним або декількома користувачами клієнтських обчислювальних пристроїв 120-122. Такі дані активів, дані датчиків та інші дані можуть включати в себе одні або більше даних датчиків (наприклад, зі звітів датчиків) для кожного конкретного відстежувального пристрою 104-108 в системі відстеження активів 102, ідентифікатор відстежувального пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого приєднаний, підключений або пов'язаний відстежувальний пристрій, місцезнаходження відстежувального пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), позначку часу датчика відстежувального пристрою (звіт датчика), напругу акумулятора відстежувального пристрою, журнали активності відстежувального пристрою, температуру відстежувального пристрою, статус активації або деактивації відстежувального пристрою та версію конфігурації відстежувального пристрою. Ці дані активів, дані датчиків та інші дані також можуть включати в себе одні або більше даних датчиків для кожного конкретного концентраторного пристрою в системі 102 відстеження активів, ідентифікатор пристрою кожного концентраторного пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого приєднаний, підключений або пов'язаний концентраторний пристрій, розташування концентраторного пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), доступні слоти конфігурації концентраторного пристрою, версію конфігурації цього концентраторного пристрою, зовнішнє джерело живлення концентраторного пристрою, якщо таке є, напругу живлення концентраторного пристрою, стан активації або деактивації концентраторного пристрою та звіти датчика відстеження концентраторного пристрою.

Сервер додатків 118 генерує користувацькі інтерфейси, які дозволяють одному або декільком клієнтським обчислювальним пристроям 120-122 і необов'язково одному або декільком мобільним пристроям 125-126 переглядати, маніпулювати та/або керувати даними ресурсів, даними датчиків та іншими даними, включаючи дані, описані вище. Наприклад, сервер додатків 118 необов'язково містить інтерфейс користувача веб-сайту для з'єднання з одним або більше клієнтськими обчислювальними пристроями 120-122 і необов'язково одним або більше мобільними пристроями 125-126, і цей інтерфейс користувача веб-сайту дозволяє клієнтським обчислювальним пристроям 120-122 і необов'язково одному або більше мобільним пристроям 125-126 переглядати, маніпулювати та/або керувати даними активів, даними датчиків та іншими даними, включаючи дані, описані вище.

Сервер додатків також 118 дозволяє користувачам клієнтських обчислювальних пристроїв 120-122 керувати конфігураціями відстежувального(-их) пристрою(-їв) 104-108 та/або концентраторного(-их) пристрою(-їв) 110-114 та вводити та/або передавати одну або більше конфігурацій та/або змін конфігурації, ідентифікацію відстежувального(-их) пристрою(-їв) та/або концентраторного(-их)

пристрою(-ів) , які повинні приймати конфігурації та/або зміни конфігурації, та/або ідентифікацію відстежувального(-их) пристрою(-ів) та/або концентраторного(-их) пристрою(-ів) для встановлення або реалізації конфігурацій та/або змін конфігурації. Потім сервер додатків 118 передає конфігурації та/або зміни конфігурації разом з ідентифікацією пристрою до мережевого сервера 116 з інструкціями для передачі конфігурацій та/або змін конфігурації до відстежувального(-их) пристрою(-ів) та/або концентраторного(-их) пристрою(-ів), ідентифікованих для передачі, та для встановлення або реалізації конфігурацій та/або змін конфігурації до відстежувального(-их) пристрою(-ів) та/або концентраторного(-их) пристрою(-ів), ідентифікованих для встановлення або реалізації.

Наприклад, сервер додатків 118 може приймати від клієнтського обчислювального пристрою 120-122 зміну конфігурації для зміни інтервалу зчитування датчика та/або інтервалу передачі даних датчика для одного або більше відстежувальних пристроїв 104-108 та/або одного або більше концентраторних пристроїв 110-114. У цьому прикладі сервер додатків 118 передає повідомлення на мережевий сервер 116 зі зміною конфігурації для одного або більше відстежувальних пристроїв 104-108 разом з ідентифікацією одного або більше відстежувальних пристроїв для реалізації зміни конфігурації. Мережевий сервер 116 зберігає повідомлення у своїй черзі до тих пір, поки концентраторний пристрій 110-114 не повідомить дані датчика з ідентифікацією пристрою уражених відстежувальних пристроїв 104-108. Мережевий сервер 116 передає зміну конфігурації та ідентифікацію уражених відстежувальних пристроїв 104-108 до концентраторного пристрою 110-114, наприклад, у повідомленні підтвердження прийнятого повідомлення від концентраторного пристрою. Концентраторний пристрій 110-114 потім передасть зміну конфігурації ураженим відстежувальним пристроям 104-108, ідентифікованим за допомогою ідентифікації пристрою, від мережевого сервера 116, наприклад, в повідомленнях підтвердження прийнятих повідомлень від відстежувальних пристроїв або з ними. Уражені відстежувальні пристрої 104-108 отримують та реалізують зміну конфігурації шляхом оновлення інтервалу зчитування їх датчиків та/або інтервалу звітності даних датчиків.

Сервер додатків 118 також здійснює зв'язок з одним або декількома мобільними пристроями 124-126, наприклад, для прийому даних, прочитаних з одного або декількох відстежувальних пристроїв 104-108 та/або одного або декількох концентраторних пристроїв 110-114 одним або декількома мобільними пристроями, отримання статусу активації або деактивації одного або декількох пристроїв відстеження та/або одного або декількох концентраторних пристроїв від одного або декількох мобільних пристроїв, або передачі інструкцій для активації або деактивації одного або декількох пристроїв відстеження та/або одного або декількох концентраторних пристроїв до одного або декількох мобільних пристроїв.

В одному аспекті сервер додатків 118 функціонує як контролер інтерфейсу прикладного програмування (API) між мережевим сервером 116, базою даних сервера додатків, клієнтськими обчислювальними пристроями 120-122 (наприклад, програмою веб-інтерфейсу на клієнтських обчислювальних пристроях) та мобільними пристроями 124-126 (наприклад, програмою на мобільних пристроях) та направляє запити та відповіді між мережевим сервером, базою даних сервера додатків, клієнтськими обчислювальними пристроями (наприклад, програмою веб-інтерфейсу на клієнтських обчислювальних пристроях) та мобільними пристроями (наприклад, програмою на мобільних пристроях).

У одному прикладі сервер додатків 118 включає в себе сервер Amazon Web Services (AWS) EC2, а база даних сервера додатків включає в себе базу даних PostgreSQL, іншу базу даних структурованої мови запитів (SQL), базу даних системи управління реляційними базами даних (RDBMS) або інший тип системи баз даних, яка зберігає і передає дані щонайменше з однієї бази даних. Однак, можуть бути використані інші сервери і бази даних.

Сервер додатків є апаратним 118. Сервер додатків 118 включає в себе один або більше процесорів для обробки даних і пам'ять для зберігання даних. Процесор обробляє машиночитані виконувачі інструкцій, повідомлення, створює повідомлення, отримує дані з пам'яті та зберігає дані в пам'яті. Процесор і пам'ять є апаратними засобами. Пам'ять може включати енергозалежну та/або енергонезалежну пам'ять, наприклад, комп'ютерно-зчитуваний носій даних, такий як кеш, оперативна пам'ять (RAM), пам'ять тільки для читання (ROM), флеш-пам'ять або іншу пам'ять для зберігання даних та/або комп'ютерно-зчитуваних виконувачів інструкцій, в тому числі для відображення даних в браузері. Крім того, сервер додатків 118 додатково включає в себе один або більше приймачів-передавачів або інших інтерфейсів зв'язку для передачі і прийому повідомлень від мережевого сервера 116 і клієнтських обчислювальних пристроїв 120-122 через мережу зв'язку, таку як Інтернет, інтранет, стільникова мережа, дротова або бездротова широкопasmово мережа або інша пакетна мережа.

Сервер додатків 118 може включати в себе дисплей, такий як комп'ютерний монітор або сенсорний екран, для відображення даних та/або графічних інтерфейсів користувача. Сервер додатків 118 також може включати в себе пристрій введення, такий як камера, пристрій універсальної послідовної шини (USB), послідовну або паралельну шину, дротовий або бездротовий приймач-

передавач, клавіатуру або вказівний пристрій (наприклад, миша, трекбол, ручка або сенсорний екран) для введення даних або взаємодії з графічними та/або іншими типами інтерфейсів користувача. У прикладі втілення дисплей і пристрій введення можуть бути інтегровані разом як сенсорний екран смартфона, планшетного комп'ютера або персонального комп'ютера.

Хоча сервер додатків 118 показаний як один пристрій, він може включати в себе кілька серверів, наприклад, в конфігурації хмарних обчислень. Крім того, мережевий сервер 116 і сервер додатків 118 можуть бути об'єднані.

Клієнтські обчислювальні пристрої

Клієнтські обчислювальні пристрої 120-122 зв'язуються з сервером додатків 118 для перегляду, маніпулювання та/або управління даними активів, даними датчиків та іншими даними. Наприклад, клієнтські обчислювальні пристрої 120-122 з'єднуються з сервером додатків 118, наприклад, через мережу, і отримують користувацькі інтерфейси від сервера додатків, які дозволяють клієнтським обчислювальним пристроям переглядати, маніпулювати та керувати даними активів, даними датчиків та іншими даними. Клієнтські обчислювальні пристрої 120-122 також можуть вводити та передавати одну або більше конфігурацій та/або змін конфігурації разом з ідентифікацією пристрою(-їв) для прийому конфігурацій та/або змін конфігурації та/або ідентифікації пристрою(-їв) для встановлення або реалізації конфігурацій та/або змін конфігурації, наприклад, для одного або більше пристроїв відстеження 104-108 та/або одного або більше концентраторних пристроїв 110-114.

Клієнтські обчислювальні пристрої 120-122 можуть відображати додаток графічного інтерфейсу користувача (GUI) для створення графічного інтерфейсу користувача на дисплеї клієнтського обчислювального пристрою. Графічний інтерфейс користувача може бути відображений браузером клієнтського обчислювального пристрою. Графічний інтерфейс користувача дозволяє користувачеві одного або більше клієнтських обчислювальних пристроїв 120-122 взаємодіяти з сервером додатків 118.

Клієнтські обчислювальні пристрої 120-122 є апаратними і включають в себе один або більше процесорів для обробки даних і пам'ять для зберігання даних і комп'ютерних інструкцій/програмного забезпечення. Процесор виконує комп'ютерні інструкції/програмне забезпечення, обробляє повідомлення, створює повідомлення, отримує дані з пам'яті та зберігає дані в пам'яті. Процесор і пам'ять є апаратними засобами. Пам'ять може включати енергозалежну та/або енергонезалежну пам'ять, наприклад, комп'ютерно-зчитуваний носій даних, такий як кеш, оперативна пам'ять (RAM), пам'ять тільки для читання (ROM), флеш-пам'ять або іншу пам'ять для зберігання даних та/або комп'ютерно-зчитувані виконувані інструкції. Крім того, клієнтські обчислювальні пристрої 120-122 додатково включають один або більше приймачів-передавачів або інших інтерфейсів зв'язку для передачі повідомлень і прийому повідомлень від сервера додатків 118 через мережу зв'язку, таку як Інтернет, інтранет, стільникова мережа, дротова або бездротова широкопasmово мережа або інша пакетна мережа.

Клієнтські обчислювальні пристрої 120-122 можуть бути портативним комп'ютером, смартфоном, персональним цифровим помічником, планшетним комп'ютером, стандартним персональним комп'ютером або іншим пристроєм обробки. Клієнтські обчислювальні пристрої 120-122 можуть включати в себе дисплей, такий як комп'ютерний монітор або сенсорний екран, для відображення даних та/або графічних інтерфейсів користувача. Клієнтські обчислювальні пристрої 120-122 також можуть включати в себе пристрій введення, такий як камера, пристрій універсальної послідовної шини (USB), послідовну або паралельну шину, дротовий або бездротовий приймач-передавач, клавіатуру або вказівний пристрій (наприклад, миша, трекбол, ручка або сенсорний екран) для введення даних або взаємодії з графічними та/або іншими типами інтерфейсів користувача. У прикладі втілення дисплей і пристрій введення можуть бути інтегровані разом як сенсорний екран смартфона, планшетного комп'ютера або персонального комп'ютера.

Мережі

Мережа зв'язку 134 є бездротовою мережею зв'язку. В одному прикладі, мережа зв'язку 134 може включати в себе малопотужну глобальну мережу (LPWAN), таку як мережа на базі далекого діапазону (LoRa), мережа IoT, стільникова мережа, бездротова широкопasmово мережа, мережа Інтернет-протоколу (IP), інша бездротова мережа пакетів, мережа бездротового прикладного протоколу (WAP), мережа WiFi або мережа стандартів IEEE 802.11, а також різні їх комбінації. Також можуть використовуватися інші бездротові мережі.

Мережа зв'язку 138 може бути стільниковою мережею, мережею вузькосmового Інтернету речей (NB-IoT), мережею з'єднання Bluetooth, мережею з'єднання Bluetooth Low Energy (BLE), мережею WiFi, мережею LoRa Alliance, бездротовою або дротовою широкопasmово мережею, бездротовою або дротовою вузькосmовою мережею, Інтернетом, іншою дротовою або бездротовою пакетною мережею або іншою дротовою або бездротовою мережею зв'язку, а також різними їх комбінаціями. В одному прикладі, мережа зв'язку 138 є мережею Long Term Evolution (4G) Cat-M1 (LTE-M). В іншому прикладі мережа зв'язку 138 може включати мережу мобільного зв'язку (GSM), мережу множинного доступу з кодовим поділом (CDMA) або мережу проекту партнерства третього покоління (GPP). Також

можуть використовуватися інші дротові або бездротові мережі.

Мобільні пристрої

Мобільні пристрої 124-126 активують та деактивують відстежувальні пристрої 104-108 та концентраторні пристрої 110-114 в системі відстеження 102. В одному аспекті мобільні пристрої здійснюють зв'язок з відстежувальними пристроями 104-108 і концентраторними пристроями 110-114 за допомогою протоколу зв'язку 140 і 142, наприклад, зв'язку ближнього поля (NFC) або Bluetooth, для зчитування одного або більше записів або елементів даних на пристроях відстеження і концентраторних пристроях і/або передачі одного або більше повідомлень на відстежувальні пристрої і концентраторні пристрої, щоб або активувати відстежувальні пристрої і концентраторні пристрої, щоб вони могли зв'язуватися з концентраторними пристроями і відстежувальними пристроями (і мережевим сервером 116), відповідно, на системі відстеження 102 або деактивувати відстежувальні пристрої і концентраторні пристрої, щоб вони не могли зв'язуватися з концентраторними пристроями і відстежувальними пристроями (і мережевим сервером), відповідно, в системі відстеження. В одному аспекті додаток на мобільних пристроях 124-126 надає користувацький інтерфейс, який дозволяє користувачам переглядати один або більше записів або елементів даних на відстежувальних 104-408 пристроях та концентраторних пристроях 110-114 та керувати активацією або деактивацією пристроїв відстеження та концентраторних пристроїв. В одному прикладі цього аспекту програма на мобільному пристрої 124-126 записує перше значення (наприклад, одне (1) (або інше ціле число, відмінне від нуля)) до ідентифікатора програми відстежувального пристрою або концентраторного пристрою для активації відстежувального пристрою або концентраторного пристрою і записує друге значення (наприклад, нуль (0)) до ідентифікатора програми відстежувального пристрою або концентраторного пристрою для деактивації відстежувального пристрою або концентраторного пристрою. Перше значення та друге значення можуть бути цілим числом, значенням прапорця (наприклад, увімкнення/вимкнення, 0/1 або істина/брехня), індикатором або іншим значенням для ідентифікатора програми. Вимкнений відстежувальний пристрій або концентраторний пристрій вимикає свої приймачі-передавачі та впадає в сплячий режим до повторної активації. Активований відстежувальний пристрій або концентраторний пристрій вмикає свої приймачі-передавачі та активує інші свої функції, як зазначено в цьому документі.

Мобільні пристрої 124-126 можуть передавати дані від відстежувальних пристроїв 104-108 і концентраторних пристроїв 110-114 на сервер додатків 118, наприклад, через стільникове з'єднання 144 або інше бездротове або дротове з'єднання. Ці дані можуть включати в себе, наприклад, будь-які дані, які мобільний пристрій зчитує з пристроїв 104-108 відстеження та концентраторних пристроїв 110-114, та статус активації/деактивації пристроїв відстеження та/або концентраторних пристроїв (незалежно від того, чи активовано/деактивовано конкретний відстежувальний пристрій та/або конкретний концентраторний пристрій для роботи в системі відстеження 102). Мобільні пристрої 124-126 також можуть приймати дані, інструкції та/або інші повідомлення від сервера додатків 118 через з'єднання 144, наприклад, для перегляду даних та/або інструкцій і дії на дані та/або інструкції в додатку для мобільних пристроїв, наприклад, для активації або деактивації одного або більше пристроїв 104-108 відстеження та/або концентраторних пристроїв 110-114.

Мобільні пристрої 124-126 можуть бути, наприклад, телефоном, планшетом, ноутбуком або іншим мобільним пристроєм. Мобільні пристрої 124-126 є апаратними і містять один або більше процесорів для обробки даних, пам'ять для зберігання даних і комп'ютерні інструкції/програми забезпечення, і один або більше приймачів для передачі і прийому повідомлень. Процесор виконує комп'ютерні інструкції/програми забезпечення, обробляє повідомлення, створює повідомлення, отримує дані з пам'яті та зберігає дані в пам'яті. Процесор і пам'ять є апаратними засобами.

Приклади конфігурацій мережевого сервера та зміни конфігурації

Знову звертаючись до фігури 1, в одному варіанті здійснення мережевий сервер 116 передає конфігурації та зміни конфігурації одному або декільком пристроям 104-108 відстеження через один або декількох концентраторних пристроїв 110-114. Наприклад, мережевий сервер передає зміну конфігурації або конфігурації одному з концентраторних пристроїв 110-114, і цей концентраторний пристрій передає зміну конфігурації або конфігурації одному з пристроїв 104-108 відстеження. Альтернативно, мережевий сервер 116 передає зміну конфігурації або конфігурації декільком або всім концентраторним пристроям 110-114, а концентраторні пристрої передають зміну конфігурації або конфігурації одному або декільком пристроям 104-108 відстеження, наприклад, відстежувального пристрою, з яким вони в даний час з'єднані або були раніше з'єднані. Мережевий сервер 116 може передавати унікальну конфігурацію або зміну конфігурації одному або декільком концентраторним пристроям 110-114 для конкретного відстежувального пристрою 104-108 або може передавати загальну конфігурацію або зміну конфігурації одному або декільком концентраторним пристроям для декількох відстежувальних пристроїв.

В одному прикладі мережевий сервер 116 передає зміну конфігурації або конфігурації на останній концентраторний пристрій 110-114, з яким з'єднаний відстежувальний пристрій 104-108. Концентраторний пристрій 110-114 потім передає конфігурацію або оновлення конфігурації на

поточний з'єднаний відстежувальний пристрій 104-108. Такий підхід має високу ймовірність успішної передачі конфігурації або зміни конфігурації на відстежувальний пристрій 104-108 через вже встановлений зв'язок між концентраторним пристроєм 110-114 і відстежувальним пристроєм.

В іншому прикладі мережевий сервер 116 направлятиме конкретний відстежувальний пристрій 104 для з'єднання з найкращим концентратором 110, і тоді конкретний відстежувальний пристрій прийме зміну конфігурації або конфігурації від найкращого концентратора. Цей підхід також має високу ймовірність успішної передачі конфігурації або зміни конфігурації на конкретний відстежувальний пристрій 104 через сильний зв'язок сигнального зв'язку між концентраторним пристроєм 110 і відстежувальним пристроєм.

Значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) змушує пристрій 104-108 відстеження з'єднуватися з концентраторним пристроєм 110-114, який знаходиться в стабільному положенні і має високий рівень частоти (RF) сигналу приймача для стільникового зв'язку та локальної мережі 134 (наприклад, LoRa) зв'язку. В одному прикладі значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) ґрунтується на значеннях параметрів стану з'єднання для індикатора сили прийнятого сигналу (RSSI) запиту на з'єднання, стані потужності концентраторного пристрою, що вказує на те, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, якості сигналу стільникового сигналу або іншого мережевого сигналу або з'єднання з концентраторним пристроєм 110-114 для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером 116 (наприклад, індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) стільникового сигналу на концентраторні пристрої (наприклад, для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером за допомогою стільникових сигналів, таких як стільникове з'єднання), потужності сигналу з'єднання між концентраторним пристроєм та мережевим сервером або потужності стільникового сигналу стільникового з'єднання між концентраторним пристроєм та мережевим сервером) та спеціальному значенні зміщення, наданому мережевим сервером. Спеціальне значення зміщення є необов'язковим у деяких варіантах реалізації винаходу. В іншому прикладі, значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) ґрунтується на значеннях параметрів станів з'єднання для одного або декількох з індикаторів сили прийнятого сигналу (RSSI) запиту на з'єднання, отриманого концентраторним пристроєм, незалежно від того, чи має концентраторний пристрій зовнішнє джерело живлення (або просто внутрішню батарею), чи має він робочий цикл концентраторного пристрою, потужність сигналу стільникового зв'язку (або іншу потужність сигналу мережі зв'язку) мережі зв'язку, що використовується концентраторним пристроєм для передачі повідомлень до мережевого сервера та прийому повідомлень від нього (наприклад, індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) стільникового сигналу на концентраторні пристрої або потужність сигналу стільникового зв'язку між концентраторним пристроєм та мережевим сервером), швидкість або активність наземного зв'язку концентраторного пристрою та значення зміщення мережевого сервера для конкретного концентраторного пристрою. В одному аспекті кожен параметр станів з'єднання має стан або значення та відповідне значення пониження рейтингу (наприклад, віднімання або зміщення), яке віднімається від початкового значення PQRV на основі значення параметра станів з'єднання, що призводить до остаточного PQRV. Таким чином, стани або значення різних параметрів станів з'єднання об'єднуються для визначення остаточного PQRV.

В одному варіанті реалізації винаходу, коли зміна конфігурації або конфігурації для одного або більше пристроїв відстеження 104-108 передається від мережевого сервера 116 до концентраторного пристрою 110-114, концентраторний пристрій утримує або зберігає зміну конфігурації або конфігурації протягом вибраного періоду часу або до тих пір, поки мережевий сервер не передасть керуюче повідомлення до концентраторного пристрою, вказуючи концентраторному пристрою видалити конфігурацію або зміну конфігурації.

В іншому варіанті реалізації винаходу, коли концентраторний пристрій 110-114 отримує запит на з'єднання від відстежувального пристрою 104-108, концентраторний пристрій визначає, чи має або зберігає концентраторний пристрій зміну конфігурації або конфігурації для цього відстежувального пристрою. Якщо концентраторний пристрій 110-114 має або зберігає зміну конфігурації або конфігурації для відстежувального пристрою 104-108, концентраторний пристрій підвищує своє рейтингове значення якості зв'язку (PQRV) до максимального значення, так що концентраторний пристрій стає найкращим вибором для з'єднання з відстежувальним пристроєм 104-108. Концентраторний пристрій 110-114 передає значення рейтингу якості зв'язку (PQRV) з максимальним значенням на відстежувальний пристрій 104-108, а відстежувальний пристрій з'єднується з концентраторним пристроєм. Після з'єднання відстежувальний пристрій 104-108 і концентраторний пристрій 110-114 продовжать обмін даними, після чого концентраторний пристрій передасть конфігурацію або зміну конфігурації на відстежувальний пристрій. Концентраторний пристрій 110-114 необов'язково передає підтвердження на мережевий сервер 116, щоб вказати, що конфігурація або зміна конфігурації для цього конкретного відстежувального пристрою 104-108 були передані на відстежувальний пристрій, і конфігурація або зміна конфігурації обміну з відстежувальним пристроєм завершена.

В одному прикладі мережевий сервер 116 може призначати конкретний відстежувальний пристрій 104-108, на який концентраторний пристрій 110-114 повинен передавати конфігурацію або зміну

конфігурації (наприклад, шляхом передачі ідентифікації (ID) відстежувального пристрою до концентратора в тому ж повідомленні або в окремому повідомленні, що і конфігурація або зміна конфігурації), і концентраторний пристрій передає зміну конфігурації або зміни конфігурації до відстежувального пристрою з цим ідентифікатором відстежувального пристрою. У цьому прикладі відстежувальний пристрій 110-114 включає в себе ідентифікатор свого відстежувального пристрою в одному або декількох повідомленнях, які він передає до концентратора 110-114, наприклад, в запиті на з'єднання або іншому керуючому повідомленні або в одному або декількох повідомленнях даних. Потім концентраторний пристрій 110-114 передає конфігурацію або зміну конфігурації до відстежувального пристрою 104-108 з цим ідентифікатором відстежувального пристрою, наприклад, через канал даних, яким концентраторний пристрій зв'язується з відстежувальним пристроєм.

Альтернативно, мережевий сервер 116 може призначати декілька конкретних пристроїв 104-108 відстеження, на які повинна передаватися конфігурація або зміна конфігурації. У цьому прикладі мережевий пристрій 116 може позначати декілька ідентифікаторів пристроїв відстеження у повідомленні концентратору 110-114, або в тому ж повідомленні, або в іншому повідомленні, коли повідомляється конфігурація або зміна конфігурації. Потім концентраторний пристрій 110-114 передаватиме конфігурацію або зміну конфігурації призначеним відстежувальним пристроям 104-108 в одному загальному повідомленні усім призначеним відстежувальним пристроям або в окремих повідомленнях кожному призначеному відстежувальному пристрою. Концентраторний пристрій 110-114 необов'язково може включати ідентифікатори пристроїв відстеження, для яких конфігурація або зміна конфігурації призначені в тому ж повідомленні або в іншому повідомленні про конфігурацію або зміну конфігурації.

Режими потужності концентраторного пристрою

Пристрої-концентратори 110-114 необов'язково можуть мати будь-який один або більше або всі три режими роботи потужності, які, наприклад, можуть бути засновані на наявності внутрішнього джерела живлення або підключення до зовнішнього джерела живлення. Ці режими потужності включають нормальний режим роботи потужності, режим роботи зі зниженою потужністю та режим роботи з низькою потужністю.

Нормальний режим роботи потужності використовується для концентраторного пристрою 110-114, наприклад, коли концентраторний пристрій підключений до зовнішнього джерела живлення або напруга акумулятора внутрішнього акумулятора концентраторного пристрою перевищує перше порогове значення напруги акумулятора. Режим роботи зі зниженою потужністю використовується для концентраторного пристрою 110-114, наприклад, коли концентраторний пристрій не підключений до зовнішнього джерела живлення, а напруга акумулятора внутрішньої батареї концентраторного пристрою менше або дорівнює першому пороговому значенню напруги акумулятора, але більше другого порогового значення напруги акумулятора. Низький режим роботи потужності використовується для концентраторного пристрою 110-114, наприклад, коли концентраторний пристрій не підключений до зовнішнього джерела живлення і напруга акумулятора внутрішнього акумулятора концентраторного пристрою менше або дорівнює другому пороговому значенню напруги акумулятора.

Перше порогове значення напруги акумулятора і друге порогове значення напруги акумулятора зберігаються в пам'яті концентраторних пристроїв 110-114. Стан того, чи підключений концентраторний пристрій 110-114 до зовнішнього джерела живлення, також зберігається в пам'яті концентраторних пристроїв та/або концентраторних пристроїв для моніторингу одного або більше з'єднань джерела живлення та/або входів, щоб визначити, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення. Концентраторний пристрій 110-114 відстежує напругу акумулятора внутрішньої акумуляторної батареї та автоматично перемикається між нормальним робочим режимом живлення, режимом роботи зі зниженою потужністю та режимом роботи з низькою потужністю на основі стану, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела акумуляторної батареї, напруги акумуляторної батареї внутрішньої акумуляторної батареї, першого порогового значення напруги акумуляторної батареї та другого порогового значення напруги акумуляторної батареї.

В одному прикладі, внутрішня батарея концентраторного пристрою 110-114 має максимальну напругу 8,2 вольт і мінімальну напругу 5,8 вольт. У цьому прикладі перший поріг напруги акумулятора становить 6,5 В постійного струму (VDC), другий поріг напруги акумулятора становить 6,2 В постійного струму, а перший поріг напруги акумулятора і другий поріг напруги акумулятора зберігаються в пам'яті концентраторного пристрою 110-114. У цьому прикладі концентраторний пристрій 110-114 відстежує підключення або вхід джерела живлення, щоб визначити, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення (наприклад, шляхом визначення наявності напруги та/або визначення рівня напруги на цьому підключенні або вході джерела живлення за допомогою детектора напруги концентраторного пристрою). Концентраторний пристрій 110-114 також відстежує напругу акумулятора внутрішнього акумулятора (якщо вона існує, наприклад, за допомогою детектора напруги концентраторного пристрою) і автоматично перемикається між нормальним режимом роботи

потужності, режимом роботи зі зниженою потужністю та режимом роботи з низькою потужністю на основі стану, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, напруги акумулятора внутрішнього акумулятора (якщо є), першого порогу напруги акумулятора та другого порогу напруги акумулятора.

У цьому прикладі концентраторний пристрій 110-114 працює в нормальному режимі роботи з живленням, коли концентраторний пристрій підключений до зовнішнього джерела живлення або концентраторний пристрій має внутрішню батарею, а напруга внутрішньої батареї концентраторного пристрою перевищує 6,5 В постійного струму. Концентраторний пристрій 110-114 працює в режимі роботи зі зниженою потужністю, коли концентраторний пристрій не підключений до зовнішнього джерела живлення, концентраторний пристрій має внутрішню батарею, а напруга внутрішньої батареї концентраторного пристрою менше або дорівнює 6,5 В постійного струму і більше 6,2 В постійного струму. Концентраторний пристрій 110-114 працює в режимі низької потужності, коли концентраторний пристрій не підключений до зовнішнього джерела живлення, концентраторний пристрій має внутрішню батарею, а напруга внутрішньої батареї концентраторного пристрою менше або дорівнює 6,2 В постійного струму.

У звичайному робочому режимі живлення процесорні операції концентратора 110-114 (включаючи датчики моніторингу, запис файлів журналів, ініціювання та прийом повідомлень) є нормальними. Трансивери LoRa працюють у звичайному режимі. У цьому прикладі хабові пристрої 110-114 мають два приймачі-передавачі LoRa, і обидва вони встановлені на ввімкнення. Підсилювач потужності LoRa (PA) увімкнено, підсилювач низького шуму (LNA) загального колектора LoRa (VCC) вимкнено, а підсилювач потужності (PA) загального колектора LoRa (VCC) вимкнено. Мобільний зв'язок і GPS працюють у звичайному режимі. Концентраторний пристрій 110-114 з'єднується з мережевим сервером 116 і зв'язується з мережевим сервером кожні десять (10) хвилин. Повідомлення GPS безперервно приймаються концентраторним пристроєм 110-114, і інформація GPS на концентраторному пристрої постійно оновлюється.

У режимі роботи зі зниженою потужністю процесорний концентраторний пристрій 110-114 працює нормально для моніторингу датчиків і запису файлів журналів. Однак оновлення прошивки концентратора 110-114 вимкнені, і концентраторний пристрій обмінюється даними лише через стільниковий зв'язок, наприклад, з мережевим сервером 116. У цьому прикладі хабові пристрої 110-114 мають два приймачі-передавачі LoRa, і обидва переведені в сплячий режим. LoRa PA вимкнено, LoRa VCC LNA вимкнено, а LoRa VCC PA вимкнено. Концентраторний пристрій 110-114 з'єднується з мережевим сервером 116 і зв'язується з мережевим сервером кожні десять (10) хвилин. Повідомлення GPS безперервно приймаються концентраторним пристроєм 110-114, і інформація GPS на концентраторному пристрої постійно оновлюється.

У режимі роботи із низькою потужністю процесорний концентраторний пристрій 110-114 працює нормально для моніторингу власних датчиків і запису файлів журналів. Концентраторний пристрій 110-114 зберігає будь-які дані з будь-яких пристроїв відстеження 104-108 і дані з власних датчиків в пам'ять, щоб захистити дані від втрати через повну втрату живлення. Оновлення прошивки концентратора 110-114 вимкнені, і концентраторний пристрій обмінюється даними лише через стільниковий зв'язок, наприклад, з мережевим сервером 116. У цьому прикладі хабові пристрої 110-114 мають два приймачі-передавачі LoRa, і обидва переведені в сплячий режим. LoRa PA вимкнено, LoRa VCC LNA вимкнено, а LoRa VCC PA вимкнено. Концентраторний пристрій 110-114 з'єднується з мережевим сервером 116 і зв'язується з мережевим сервером кожні десять (10) хвилин. Повідомлення GPS безперервно приймаються концентраторним пристроєм 110-114, і інформація GPS на концентраторному пристрої постійно оновлюється.

Користувацьке двійкове кодування

Спеціальне двійкове кодування використовується для ефективної передачі даних між відстежувальними пристроями 104-108 та пристроями-концентраторами 110-110 та між пристроями-концентраторами та мережевим сервером 116. Відстежувальні пристрої 104-108 передають двійкові кодовані дані на концентраторні пристрої 110-114, використовуючи спеціальне двійкове кодування по першій мережі зв'язку 134. Потім концентраторні пристрої 110-114 передають дані з цих повідомлень в інших двосторонніх кодованих повідомленнях по другій мережі зв'язку 138 (наприклад, LTE) на мережевий сервер 116.

Мережевий сервер 116 отримує повідомлення від концентраторних пристроїв 110-114 і зберігає дані від цих повідомлень в базі даних сервера додатків. Мережевий сервер 116 необов'язково перетворює дані, отримані від концентраторних пристроїв 110-114, з бінарного формату в текстовий формат, якщо це необхідно перед зберіганням. Наприклад, мережевий сервер 116 може перетворювати дані в повідомленнях з бінарного кодованого формату в текстовий формат, такий як JavaScript Object Notation (JSON).

В одному варіанті реалізації винаходу двійковий код представляє стан зондування для відстежувального пристрою 104-108 або концентраторного пристрою 110-114 на основі сенсорної активності датчика або її відсутності. Наприклад, двійковий код=0 означає, що датчик

відстежувального пристрою 104-108 або концентраторний пристрій 110-114 не відчуває активності або активний пристрій не активний, а двійковий код=1 означає, що датчик відстежувального пристрою або концентраторний пристрій відчуває активність або активний пристрій активності. Фактичним датчиком може бути акселерометр для визначення руху, датчик температури для визначення тепла (наприклад, тепла двигуна) або інший датчик. Використання двійкового кодованого зв'язку зменшує накладні витрати на зв'язок від відстежувальних пристроїв 104-108 до концентраторних пристроїв 110-114 і на зв'язок від концентраторних пристроїв до мережевого сервера 116.

Користувачка мережа зменшує перешкоди та зовнішні повідомлення.

Система відстеження 102 є спеціальною мережею, яка зменшує перешкоди від зовнішніх систем, які використовують дорогоцінні ресурси обробки, може призвести до того, що повідомлення системи відстеження не буде оброблене, і може призвести до збільшення витрат через більш велике використання стільникового зв'язку або іншої мережі. Система відстеження 102 використовує кілька прийомів для зменшення втрат зв'язку через перешкоди, спричинені перекриттям між концентраторними пристроями 110-114 та мережевим сервером 116, або перекриттям з іншими приватно або публічно розгорнутими пристроями або мережами (наприклад, пристроями LoRa або системами LoRaWAN).

В одному варіанті реалізації винаходу кожен відстежувальний пристрій 104-108 та концентраторний пристрій 110-114 в системі відстеження 102 сконфігурований з унікальним ідентифікатором програми і включає унікальний ідентифікатор програми (ID) у кожному повідомленні, яке він передає. Ідентифікатор програми може бути першим значенням (наприклад, тим чи іншим цілим числом, більшим від нуля) для вказівки на те, що відстежувальний пристрій 104-108 та/або концентраторний пристрій 110-114 доступні для роботи в системі відстеження активів 102, або другим значенням (наприклад, нулем) для вказівки на те, що відстежувальний пристрій та/або концентраторний пристрій недоступні для роботи в системі відстеження активів. Перше значення та друге значення можуть бути цілим числом, значенням прапорця (наприклад, увімкнення/вимкнення, 0/1 або істина/брехня), індикатором або іншим значенням для ідентифікатора програми. Ідентифікатор програми використовується для ідентифікації системи відстеження 102. У цьому варіанті здійснення пристрої 104-108 відстеження та пристрої 110-114 концентратора аналізують кожне повідомлення від концентраторного пристрою або відстежувального пристрою, відповідно, яке він отримує, щоб визначити, чи містить повідомлення правильний ідентифікатор програми для системи відстеження активів 102. Якщо повідомлення дійсно містить правильний ідентифікатор програми для системи відстеження активів 102 (наприклад, в якому ідентифікатор програми від концентраторного пристрою збігається з ідентифікатором програми відстежувального пристрою або ідентифікатор програми від відстежувального пристрою збігається з ідентифікатором програми концентраторного пристрою), відстежувальний пристрій 104-108 або концентраторний пристрій 110-114 буде реагувати на повідомлення або вживати таких інших дій щодо даних або іншого корисного навантаження повідомлення, які необхідні. Якщо повідомлення не містить правильного ідентифікатора програми для системи відстеження активів 102 (наприклад, в якому ідентифікатор програми з концентраторного пристрою не збігається з ідентифікатором програми відстежувального пристрою або ідентифікатор програми з відстежувального пристрою не збігається з ідентифікатором програми концентраторного пристрою), відстежувальний пристрій 104-108 або концентраторний пристрій 110-114 не відповідатиме на повідомлення, відкине повідомлення і не пересилатиме будь-які дані або інше корисне навантаження з повідомлення або не вживатиме будь-яких інших дій щодо даних або корисного навантаження. В одному прикладі пристрої 104-108 відстеження та пристрої 110-114 концентратора з'єднуються лише з іншими концентраторними пристроями та відстежувальними пристроями, відповідно, які мають ідентифікатор відповідного додатка.

В іншому варіанті здійснення тільки пристрої 104-108 відстеження включають ідентифікатор програми в запити на з'єднання. У цьому варіанті реалізації винаходу кожен концентраторний пристрій 110-114 аналізує кожне повідомлення, яке він отримує від пристрою 104-108 відстеження, щоб визначити, чи містить повідомлення правильний ідентифікатор програми для системи відстеження активів 102. Якщо повідомлення дійсно містить правильний ідентифікатор програми для системи відстеження активів 102, концентраторний пристрій 110-114 реагуватиме на повідомлення або вживатиме таких інших дій щодо даних або іншого корисного навантаження, які необхідні. Наприклад, якщо центральний пристрій 110-114 отримує запит на з'єднання від пристрою 104-108 відстеження, і запит на з'єднання містить правильний ідентифікатор програми для системи відстеження активів 102, центральний пристрій відповість на запит на з'єднання відповіддю на з'єднання на відстежувальний пристрій. Якщо повідомлення не містить правильного ідентифікатора програми, концентраторний пристрій 110-114 не відповідатиме на повідомлення, відхилить повідомлення і не пересилатиме будь-які дані або інше корисне навантаження від повідомлення до мережевого сервера 116 або не вживатиме будь-яких інших дій щодо даних або корисного навантаження. Наприклад, якщо концентраторний пристрій 110-114 отримує запит на з'єднання від відстежувального пристрою 104-108 або іншого пристрою зв'язку, і запит на з'єднання або інший пристрій зв'язку не містить правильного

ідентифікатора програми для системи відстеження активів 102, концентраторний пристрій не відповідатиме на запит на з'єднання або інший пристрій зв'язку. Таким чином, використання ідентифікатора програми допомагає пристроям-концентраторам 110-114 відфільтрувати та відхилити повідомлення від сторонніх непов'язаних пристроїв, що призводить до економії витрат на пропускну здатність та стільниковий зв'язок (або іншу мережу), не обробляючи корисне навантаження/дані в цих повідомленнях та не передаючи корисне навантаження/дані з цих повідомлень на мережевий сервер 116.

В іншому варіанті здійснення пристрої 104-108 відстеження та хабові пристрої 110-114 необов'язково включають синхронізуюче слово в свої повідомлення. Синхронізуюче слово - це значення одного байта, яке використовують пристрої 104-108 відстеження та пристрої 110-114 концентратора для часткової ізоляції та відхилення більшості повідомлень, які не призначені для конкретних пристроїв відстеження або концентраторних пристроїв системи відстеження 102. Це синхронізоване слово зменшить ймовірність того, що відстежувальний пристрій 104-108 або концентраторний пристрій 110-114 буде обробляти повідомлення іншої системи. Кожен пристрій 104-108 відстеження та пристрій 110-114 концентратора системи відстеження 102 конфігурується із синхронізуючим словом під час процесу забезпечення і включає синхронізуюче слово в повідомлення, які вони передають, в тому числі через канали управління.

У цьому варіанті здійснення пристрої 104-108 відстеження та пристрої 110-114 концентратора аналізують кожне повідомлення, яке вони отримують від концентраторного пристрою або відстежувального пристрою, відповідно, щоб визначити, чи містить повідомлення синхронізуюче слово. Якщо повідомлення дійсно містить синхронізуюче слово, відстежувальний пристрій 104-108 або концентраторний пристрій 110-114 буде реагувати на повідомлення або вживати таких інших дій щодо даних або іншого корисного навантаження повідомлення, які необхідні. Якщо повідомлення не містить синхронізуючого слова, відстежувальний пристрій 104-108 або концентраторний пристрій 110-114 не відповідатиме на повідомлення, відкине повідомлення і не пересилатиме будь-які дані або інше корисне навантаження з повідомлення або не вживатиме будь-яких інших дій.

Режими роботи відстежувального пристрою

В одному варіанті здійснення пристрої 104-108 відстеження працюють або в режимі активності, або в режимі синхронізації. Після закінчення роботи в режимі активності, відстежувальний пристрій 104-108 буде спати або переходити в сплячий режим, коли він не активний. Під час сну або сплячого режиму відстежувальний пристрій 104-108 використовує мінімальну потужність і необов'язково не намагатиметься записувати/зберігати дані активності від свого датчика(-ів). Відстежувальний пристрій 104-108 вийде зі стану сну або сплячого режиму, якщо або таймер відстежувального пристрою з вибраним інтервалом чи періодом зчитування датчика (наприклад, таймер на сім (7) днів) закінчиться, або акселерометр або інший датчик(и) відстежувального пристрою виявить рух/активність. Якщо семиденний таймер закінчується без активності, відстежувальний пристрій 104-108 спробує з'єднатися з концентратором 110-114, щоб повідомити про відсутність активності і знову увійти в стан сну або сплячий режим. Якщо акселерометр відстежувального пристрою 104-108 виявляє активність, відстежувальний пристрій спробує з'єднатися з концентраторним пристроєм 110-114, щоб повідомити про активність і ввести режим звіту за інтервалом часу, поки відстежувальний пристрій більше не виявляє активність. Режим звіту за інтервалом часу має вибраний інтервал звітування даних датчика (наприклад, вісім (8) хвилин). Відстежувальний пристрій 104-108 відстежує активність акселерометра або іншого датчика(-ів) кожну хвилину або інший інтервал часу або період (наприклад, інтервал зчитування датчика) протягом обраного інтервалу звітності даних датчика, щоб визначити, чи активний відстежувальний пристрій, і зберігатиме будь-які дані активності від датчика(-ів) в пам'яті відстежувального пристрою до тих пір, поки не пройде обраний інтервал звітності даних датчика. Якщо протягом вибраної кількості днів (наприклад, 30 днів) або іншого вибраного інтервалу не було зареєстровано жодної активності, відстежувальний пристрій засинає або впадає в сплячий режим і необов'язково переходить у режим таймера.

Перебуваючи в режимі таймера, відстежувальний пристрій 104-108 спробує з'єднатися з концентраторним пристроєм 110-114 через вибраний інтервал передачі даних датчика, щоб повідомити про будь-який рух/активність, виявлену акселерометром відстежувального пристрою або іншим датчиком(ами). Відстежувальний пристрій 104-108 відстежує активність акселерометра або іншого датчика(-ів) кожну хвилину або інший інтервал зчитування датчика протягом обраного інтервалу звітності даних датчика, але лише намагається з'єднатися з концентраторним пристроєм 110-114, щоб повідомити про будь-який рух/активність, коли обраний інтервал звітності даних датчика минув.

В одному варіанті здійснення відстежувальні пристрої 104-108 мають параметр активності, який вказує, чи знаходиться відстежувальний пристрій в режимі активності або в режимі таймера. Відстежувальний пристрій встановлюється на режим активності пробудження, коли параметр активності пробудження встановлений на одиницю (1), і встановлюється на режим таймера, коли параметр активності пробудження встановлений на нуль (0).

Канали керування, канали даних та параметри з'єднання

Відстежувальні пристрої 104-108 і хабові пристрої 110-114 використовують один або більше каналів управління для передачі і прийому керуючих повідомлень і один або більше каналів даних для передачі і прийому повідомлень даних. Канал управління - це частота зв'язку, призначена для повідомлень управління для налаштування та конфігурації каналів даних, канал управління не використовується для повідомлення даних, а повідомлення управління включає запити на з'єднання та відповіді на з'єднання. В одному прикладі, канал(и) управління є/є частотою каналу управління LoRa або IoT. Канал даних - це частота зв'язку, призначена для передачі даних, канал даних не використовується для повідомлень управління, а передачі даних включають звіти датчиків/передачі даних датчиків, конфігурації та зміни конфігурації, а також підтвердження. В одному прикладі канал(-и) даних є/є частотою каналу даних LoRa або IoT.

В одному варіанті реалізації винаходу кожен пристрій 104-108 відстеження використовує один з декількох каналів управління для передачі та прийому повідомлень управління, включаючи запити на з'єднання та відповіді на з'єднання. Кожен пристрій 104-108 відстеження може бути попередньо сконфігурований для передачі повідомлень управління тільки по одному каналу управління. Альтернативно, кожен відстежувальний пристрій 104-108 може вибрати один з декількох каналів управління для передачі управляючого повідомлення. Пристрої-концентратори 110-114 в цьому варіанті реалізації винаходу сконфігуровані для прийому і передачі керуючих повідомлень по будь-якому з каналів управління. Альтернативно, концентраторний пристрій 110-114 може бути сконфігурований для прийому та передачі керуючих повідомлень тільки по одному каналу управління.

В одному варіанті реалізації винаходу кожен концентраторний пристрій 110-114 вибирає один з декількох каналів даних, по якому дані будуть передаватися між концентратором і відстежувальним пристроєм 104-108, з яким він з'єднується або з'єднаний. Кожен концентраторний пристрій 110-114 може бути попередньо налаштований для передачі даних тільки по одному каналу даних. Альтернативно, кожен концентраторний відстежувальний пристрій 110-114 може вибрати один з декількох каналів даних для передачі даних. Відстежувальні пристрої 104-108 в цьому варіанті реалізації винаходу сконфігуровані для прийому і передачі повідомлень даних по будь-якому з каналів даних. Альтернативно, пристрої 104-108 відстеження можуть бути сконфігуровані для прийому і передачі повідомлень даних тільки по одному каналу даних.

В одному прикладі кожен концентраторний пристрій 110-114 отримує керуюче повідомлення, таке як запит на з'єднання, від відстежувального пристрою 104-108, вибирає один з декількох каналів даних, по яких дані будуть передаватися між концентратором та відстежувальним пристроєм, з яким з'єднується концентраторний пристрій, і передає ідентифікацію вибраного каналу даних та ідентифікатор концентраторного пристрою до відстежувального пристрою, з яким з'єднується концентраторний пристрій у керуючому повідомленні, такому як відповідь на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104-108 приймає ідентифікацію вибраного каналу даних та ідентифікатор пристрою концентраторного пристрою 110-114 у керуючому повідомленні (наприклад, у відповіді на з'єднання) і передає дані (наприклад, звіт датчика) та ідентифікатор концентраторного пристрою концентраторного пристрою через вибраний канал даних. Концентраторний пристрій 110-114 приймає дані (наприклад, звіт датчика) та ідентифікатор концентраторного пристрою пристрою по вибраному каналу даних і передає підтвердження отримання даних (наприклад, звіт датчика) до відстежувального пристрою 104-108 по вибраному каналу даних.

З'єднаний відстежувальний пристрій 104-108 продовжуватиме передавати повідомлення (наприклад, звіти датчиків) та приймати повідомлення (наприклад, підтвердження та конфігурації та зміни конфігурації) від з'єданого концентраторного пристрою 110-114 по каналу передачі даних, вибраному концентраторним пристроєм, до тих пір, поки пристрої не стануть роз'єднаними, і з'єднаний концентраторний пристрій продовжуватиме передавати повідомлення (наприклад, підтвердження та конфігурації та зміни конфігурації) до та приймати повідомлення (наприклад, звіти датчиків) від з'єданого відстежувального пристрою по каналу передачі даних, вибраному концентраторним пристроєм, поки пристрої не стануть роз'єднаними.

В одному варіанті реалізації винаходу, після з'єднання відстежувального пристрою 104-108 з концентраторним пристроєм 110-114, з'єднаний відстежувальний пристрій буде передавати повідомлення з даними датчиків та іншими повідомленнями тільки на з'єднаний концентраторний пристрій, а не на всі інші з'єднані пристрої, наприклад, шляхом включення ідентифікатора пристрою з'єданого концентратора в повідомленнях. Концентраторний пристрій 110-114 не оброблятиме передачу даних, яка не містить його ідентифікатор пристрою. Аналогічно, з'єднаний концентраторний пристрій 110-114 передаватиме повідомлення з підтвердженнями, конфігураціями та змінами конфігурації та іншими повідомленнями лише з'єданому відстежувальному пристрою 104-108, а не іншим відстежувальним пристроєм, наприклад, шляхом включення ідентифікатора з'єданого відстежувального пристрою в повідомленнях. В одному прикладі, відстежувальний пристрій 104-108 не буде обробляти повідомлення з конфігурацією або зміною конфігурації, отримані по каналу даних, якщо повідомлення не містить ідентифікатор відстежувального пристрою.

В одному варіанті реалізації винаходу, після з'єднання відстежувального пристрою 104-108 з концентраторним пристроєм 110-114, з'єднаний відстежувальний пристрій завжди намагатиметься зв'язатися із з'єднаним концентраторним пристроєм по вибраному каналу передачі даних. З'єднаний відстежувальний пристрій 104-108 і з'єднаний концентраторний пристрій 110-114 залишатимуться з'єднаними і зв'язуватимуться один з одним до тих пір, поки зв'язок між з'єднаним відстежувальним пристроєм і з'єднаним концентратором не буде розірвано. У цьому прикладі лінія зв'язку є вибраним каналом передачі даних, по якому спілкуються з'єднаний відстежувальний пристрій та з'єднаний концентраторний пристрій. Канал зв'язку розривається, коли або з'єднаний відстежувальний пристрій, або з'єднаний концентраторний пристрій більше не отримують повідомлень або підтверджень отриманих повідомлень від іншого з'єданого пристрою. Це може статися, наприклад, коли один із з'єднаних пристроїв виходить за межі діапазону іншого з'єданого пристрою. Оскільки концентраторні пристрої 110-114 можуть бути розташовані на мобільному пристрої, з'єднаний концентраторний пристрій може виходити за межі діапазону з'єданого відстежувального пристрою 104-108. Коли лінія зв'язку розірвана таким чином, що з'єднаний відстежувальний пристрій 104-108 і з'єднаний концентраторний пристрій 110-114 більше не зв'язуються, відстежувальний пристрій спробує з'єднатися з іншим концентратором.

В іншому варіанті здійснення пристрій 104-108 відстеження намагається з'єднатися з новим пристроєм 110-114 концентратора в кожен вибраний період або проміжок часу, при кожній новій активності датчика або при пробудженні зі стану сну або сплячого режиму, навіть якщо відстежувальний пристрій раніше був з'єднаний з концентраторним пристроєм. Наприклад, відстежувальний пристрій 104-108 зчитує свої дані датчика і зберігає дані датчика в пам'яті через вибрані періоди зчитування датчика або проміжки часу, такі як кожні тридцять секунд, кожна хвилину, кожні п'ять хвилин, кожні тридцять хвилин, кожна годину, період між кожними десятима секундами і кожні двадцять чотири години, або інший період зчитування датчика або проміжок часу. Потім відстежувальний пристрій 104-108 спробує з'єднатися з новим концентраторним пристроєм 110-114, щоб передати ці дані датчика до нового з'єданого концентраторного пристрою з обраним інтервалом передачі даних датчика, таким як кожна хвилину, кожні п'ять хвилин, кожні вісім хвилин, кожні двадцять хвилин, кожні тридцять хвилин, кожна годину, кожні шість годин, кожні 12 годин, кратним восьмихвилинному кроку між вісьмою хвилиною і 1440 хвилинами, періодом від двох хвилин до семи днів, після відчуття активності пристрою активу, до якого він прикріплений, після пробудження з циклу сну, кожний інтервал зчитування даних, інше значення, вибране від кожної однієї хвилини до кожних 720 хвилин, або інший налаштовуваний період передачі даних датчика або інтервал часу. У цьому варіанті здійснення пристрій 104-108 відстеження намагається з'єднатися з новим концентратором 110-114 на кожному інтервалі передачі даних датчика.

В іншому прикладі втілення розташування відстежувального пристрою 104-108 наближається до розташування з'єданого концентратора 110-114, оскільки концентраторний пристрій приєднує дані про місцезнаходження концентратора до даних датчиків відстежувальних пристроїв перед передачею повідомлення з даними датчика та даними про місцезнаходження на мережевий сервер 116. Місця розташування пристроїв відстеження потім відображаються користувацьким інтерфейсом клієнтського обчислювального пристрою 120 або 122 або сервера додатків 118 з даних, наданих мережевим сервером 116. З'єднання відстежувального пристрою 104-108 з концентратором 110-114 на кожному інтервалі передачі даних датчика призводить до хорошої точності визначення місцезнаходження відстежувального пристрою 104-108, коли він представлений сервером додатків 118.

В іншому прикладі втілення відстежувальний пристрій 104-108 спочатку намагається з'єднатися з концентраторним пристроєм 110-114 шляхом передачі запиту на з'єднання на найнижчому рівні передачі потужності зв'язку. Оскільки розташування відстежувального пристрою 104-108 наближається до розташування концентраторного пристрою 110-114, метою відстежувального пристрою, що передає запит на з'єднання на найнижчому рівні передачі потужності зв'язку, є з'єднання з найближчим концентраторним пристроєм 110-114, щоб можна було визначити більш точне розташування відстежувального пристрою і використовувати його для звітування.

Якщо концентраторний пристрій 110-114 не відповідає на запит на з'єднання від відстежувального пристрою 104-108 на найнижчому рівні передачі потужності зв'язку, відстежувальний пристрій чекає вибраний період часу і намагається виконати запит на з'єднання на наступному вищому рівні передачі потужності зв'язку. Відстежувальний пристрій 104-108 повторює цей процес до тих пір, поки відстежувальний пристрій не отримає відповідь на з'єднання на запит на з'єднання від одного з концентраторних пристроїв 110-114 або не виконає налаштовану максимальну кількість спроб на з'єднання. Якщо відстежувальний пристрій 104-108 виконує максимальну кількість спроб на з'єднання і все ще не отримує відповідь на з'єднання на запит на з'єднання від центрального пристрою 110-114, відстежувальний пристрій зупиняє процес з'єднання протягом обраного періоду очікування або інтервалу очікування, наприклад, до наступного інтервалу звітності даних датчика.

В одному прикладі вибраний період очікування або вибраний інтервал очікування становить від тридцяти секунд до 700 хвилин. В іншому прикладі вибраний період очікування або вибраний інтервал

очікування починається з чотирьох хвилин. В іншому прикладі вибраний період очікування або вибраний інтервал очікування залежить від кількості вже зроблених спроб з'єднання (наприклад, зі збільшенням інтервалу для кожної послідовної спроби повторення або зі зменшенням інтервалу для кожної спроби повторення). В іншому прикладі, відстежувальний пристрій 104-108 чекає до наступного інтервалу передачі даних датчика, щоб спробувати з'єднатися з концентратором 110-114. В одному прикладі вибраний інтервал очікування - це різниця між поточним часом і наступним інтервалом звітності даних датчика.

В іншому прикладі, відстежувальний пристрій 104-108 намагається з'єднатися з концентраторним пристроєм протягом обраного часу завершення з'єднання, наприклад, п'яти хвилин або іншого вибраного часу завершення з'єднання. Якщо відстежувальний пристрій 104-108 не отримує відповідь на з'єднання, відстежувальний пристрій передає запит на з'єднання під час кожного інтервалу повторення з'єднання або періоду повторення з'єднання, такого як кожна хвилина або інший вибраний інтервал повторення з'єднання, поки відстежувальний пристрій не отримає відповідь або не закінчиться вибраний час завершення з'єднання.

Приклади оцінки якості з'єднання (PQRV)

В одному варіанті реалізації винаходу, відстежувальний пристрій 104-108 буде вибирати найкращий концентраторний пристрій 110-114, з яким можна з'єднати один або більше концентраторів, в тому числі для обміну даними і конфігурації. Відстежувальний пристрій 104-108 може визначати найкращий концентраторний пристрій 110-114, з яким виконується з'єднання на основі одного або більше параметрів станів з'єднання, таких як рівень сигналу запиту на з'єднання, отриманого концентратором та/або інша інформація про якість з'єднання від одного або більше параметрів станів з'єднання концентратора.

В одному прикладі кожен відстежувальний пристрій 104-108 визначає найкращий концентраторний пристрій, з яким слід з'єднати конкретний відстежувальний пристрій на основі рейтингового значення якості з'єднання (PQRV) кожного концентратора 110-114. Значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) є показником, який може бути використаний відстежувальними пристроями 104-108 для визначення найкращого доступного для з'єднання концентраторного пристрою. Краще значення рейтингу якості з'єднання відповідає більш надійним лініям зв'язку/з'єднанням між конкретним відстежувальним пристроєм 104-108 і конкретним концентратором 110-114 і між конкретним концентратором і мережевим сервером 116. Отже, конкретний відстежувальний пристрій 104-108 вибере конкретний концентраторний пристрій 110-114, що має найкраще значення рейтингу якості з'єднання.

В одному варіанті здійснення один або більше відстежувальних пристроїв 104-108 вимагають, щоб потенційний концентраторний пристрій 110-114 для з'єднання мав мінімальне значення рейтингу якості з'єднання (PQRV), щоб з'єднуватися з відстежувальним пристроєм. В одному прикладі цього варіанту здійснення пристрої 104-108 відстеження необов'язково передають мінімальне значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) у запитах на з'єднання. В одному прикладі, якщо конкретний концентраторний пристрій 110-114 не має мінімального рейтингового значення якості з'єднання (PQRV) (не дорівнює або більше мінімального значення PQRV), зазначеного в запиті на з'єднання, переданому конкретним відстежувальним пристроєм 104-108, конкретний концентраторний пристрій не відповідає на запит на з'єднання з відповіддю на з'єднання, і тому конкретний відстежувальний пристрій не з'єднується з конкретним концентраторним пристроєм.

В іншому варіанті здійснення відстежувальні пристрої 104-108 вимагають, щоб потенційний концентраторний пристрій 110-114 для з'єднання мав мінімальне значення рейтингу якості з'єднання (PQRV), щоб з'єднуватися з відстежувальним пристроєм. Відстежувальні пристрої 104-108 необов'язково передають або не передають мінімальне значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) у запитах на з'єднання. Кожен з концентраторних пристроїв 110-114 реагує на запит на з'єднання з відповіддю на з'єднання і включає їх визначене значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) у відповідь на з'єднання. Якщо значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) конкретного концентраторного пристрою не відповідає (не дорівнює або перевищує) мінімальне значення рейтингу якості з'єднання (PQRV), необхідне для конкретного відстежувального пристрою 104-108, конкретний відстежувальний пристрій не з'єднується з конкретним концентраторним пристроєм. Якщо значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) всіх концентраторних пристроїв 110-114 не відповідає (не дорівнює або більше) мінімальному значенню рейтингу якості з'єднання (PQRV), необхідному для конкретного відстежувального пристрою 104-108, конкретний відстежувальний пристрій не з'єднується з жодним з концентраторних пристроїв.

В іншому варіанті здійснення пристрій 104-108 відстеження та/або пристрій 110-114 концентратора визначає найкращий концентраторний пристрій, з яким слід з'єднати конкретний відстежувальний пристрій на основі значення рейтингу якості з'єднання (PQRV). У цьому варіанті здійснення значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) є показником, який може використовуватися одним або обома відстежувальними пристроями 104-108 і пристроями-концентраторами 110-114 для визначення найкращого доступного пристрою для з'єднання.

В одному аспекті кожен концентраторний пристрій 110-114 визначає (наприклад, обчислює) своє

власне рейтингове значення якості з'єднання (PQRV). В даному аспекті кожен параметр станів з'єднання має стан або значення та відповідне значення пониження рейтингу (наприклад, віднімання або зміщення), яке віднімається від початкового значення PQRV на основі значення параметра станів з'єднання, що призводить до остаточного PQRV. Таким чином, стани або значення різних параметрів станів з'єднання об'єднуються для визначення остаточного PQRV. В одному аспекті стан параметрів з'єднання для якості з'єднання (PQRV) визначається кожним з концентраторних пристроїв 110-114 і включає індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) запиту на з'єднання, стані потужності концентраторного пристрою, що вказує на те, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, якості сигналу стільникового сигналу або іншого мережевого сигналу або з'єднання з концентраторним пристроєм для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером (наприклад, індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) стільникового сигналу на концентраторні пристрої (наприклад, для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером за допомогою стільникових сигналів, таких як стільникове з'єднання), потужності сигналу з'єднання між концентраторним пристроєм та мережевим сервером або потужності стільникового сигналу стільникового з'єднання між концентраторним пристроєм та мережевим сервером) та спеціальному значенні зміщення, наданому мережевим сервером. В даному аспекті кожен параметр станів з'єднання має стан або значення та відповідне значення пониження рейтингу (наприклад, віднімання або зміщення), яке віднімається від початкового значення PQRV на основі значення параметра станів з'єднання, що призводить до остаточного PQRV. Таким чином, стани або значення різних параметрів станів з'єднання об'єднуються для визначення остаточного PQRV.

В іншому аспекті кожен концентраторний пристрій 110-114 визначає (наприклад, обчислює) своє власне рейтингове значення якості з'єднання (PQRV). В даному аспекті кожен параметр станів з'єднання має стан або значення та відповідне значення пониження рейтингу (наприклад, віднімання або зміщення), яке віднімається від початкового значення PQRV на основі значення параметра станів з'єднання, що призводить до остаточного PQRV. Таким чином, стани або значення різних параметрів станів з'єднання об'єднуються для визначення остаточного PQRV. В одному аспекті параметри станів з'єднання для рейтингового значення якості з'єднання (PQRV), визначеного кожним концентраторним пристроєм 110-114, включають в себе один або більше з індикатора потужності прийнятого сигналу (RSSI) одного або більше повідомлень, отриманих концентраторним пристроєм 110-114 від відстежувального пристрою 104-108 (наприклад, RSSI запиту на з'єднання), стан живлення концентраторного пристрою (наприклад, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення від пристрою активу, акумулятора, приймача типу LoRa, або пристрою з сонячною енергією), наскільки близько концентраторний пристрій до максимального значення робочого циклу, незалежно від того, чи має концентраторний пристрій стільникове з'єднання або інше з'єднання з мережевим сервером 116, якість сигналу стільникового сигналу або іншого мережевого сигналу або з'єднання на концентраторному пристрої для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером (наприклад, індикатор потужності прийнятого сигналу (RSSI) стільникового сигналу на концентраторному пристрої (наприклад, для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером за допомогою стільникового сигналу, такого як стільникове з'єднання), потужність сигналу зв'язку між концентраторним пристроєм і мережевим сервером або потужність стільникового сигналу стільникового з'єднання між концентраторним пристроєм і мережевим сервером), початкову швидкість концентраторного пристрою необов'язково протягом певного періоду часу (наприклад, значення нуля або більше нуля, визначене концентраторним пристроєм з одного або більше сигналів GPS, отриманих концентраторним пристроєм, або одне або більше показань датчика одного або більше датчиків концентраторного пристрою), визначення концентраторного пристрою, якщо є активність (наприклад, рух) концентраторного пристрою або пристрою активу, до якого підключений концентраторний пристрій, на основі одного або більше показань датчика одного або більше датчиків концентраторного пристрою, і/або спеціального значення зміщення, наданого мережевим сервером. Цикл роботи концентраторного пристрою - це частка часу, протягом якого концентраторний пристрій активний (наприклад, передача у випадку передавача).

У вищевказаних параметрах станів з'єднання робочий цикл концентраторного пристрою відноситься до робочого циклу передачі концентраторного пристрою. Хоча, в іншому прикладі, може використовуватися передавальний і приймальний робочий цикл концентраторного пристрою. Як обмежена мобільність концентраторного пристрою 110-114, так і хороший стільниковий зв'язок або інший зв'язок між концентраторним пристроєм і мережевим сервером 116 призводять до кращого стану якості з'єднання для концентраторного пристрою. Наприклад, концентраторні пристрої 110-114 можуть з'єднуватися з енергосистемою приймача-передавача типу LoRa та отримувати від неї енергію для збереження стільникового зв'язку. Відстежувальні пристрої 104-108 спробують з'єднатися з концентраторними пристроями 110-114, які мають обмежену мобільність і хороший стільниковий зв'язок або інше з'єднання з мережевим сервером 116.

В одному аспекті всі вищезгадані параметри станів з'єднання використовуються для оцінки якості з'єднання. В іншому аспекті один або більше (але не всі) з вищезгаданих параметрів станів з'єднання

вибираються для використання для визначення рейтингу якості з'єднання.

В іншому аспекті кожен концентраторний пристрій 110-114 визначає один або більше параметрів станів з'єднання, пов'язаних з конкретним відстежувальним пристроєм 104-108, присвоює значення рейтингу якості (QR) кожному з одного або більше параметрів станів з'єднання на основі значення параметра станів з'єднання і додає кожне значення рейтингу якості для визначення загального або складеного значення рейтингу якості з'єднання для відстежувального пристрою.

RSSI запиту на з'єднання відстежувального пристрою

Кожен концентраторний пристрій 110-114 вимірює або іншим чином визначає індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) кожного запиту на з'єднання від кожного відстежувального пристрою 104-108, від якого він отримує запит на з'єднання, і присвоює значення рейтингу якості параметру з'єднання стану RSSI на основі RSSI запиту на з'єднання. Наприклад, RSSI прийнятого запиту на з'єднання може бути LoRa RSSI прийнятого запиту на з'єднання. Концентраторний пристрій 110-114 відстежує RSSI кожного запиту на з'єднання пристроїв 104-108 відстеження, щоб визначити, чи може концентраторний пристрій здійснювати гарну лінію зв'язку або з'єднання з відстежувальним пристроєм. Сусідні об'єкти можуть впливати на зв'язок RSSI відстежувального пристрою 104-108.

Наступна таблиця зображує один приклад виміряних RSSI запитів на з'єднання та відповідних значень рейтингу якості, що використовуються для параметра стану з'єднання RSSI на основі виміряних RSSI. Значення пониження рейтингу параметра розпізнавання стану RSSI запиту на з'єднання віднімається від початкового PQRV для остаточного PQRV.

Таблиця 1

Індикація потужності стільникового сигналу	
Вимірний RSSI (дБм) запиту на з'єднання	Зниження (віднімання) оцінки якості (QR) значення параметра RSSI стану з'єднання
≥ -60	0
$< -60 \text{ \& } \geq -70$	-15
$< -70 \text{ \& } \geq -80$	-30
$< -80 \text{ \& } \geq -90$	-45
< -90	-60

Концентраторний пристрій 110-114 відстежує потужність стільникового сигналу мережі стільникового зв'язку (або іншу потужність мережевого зв'язку) для повідомлень, які він передає і приймає від мережевого сервера 116. Сила стільникового сигналу в/на концентраторному пристрої 110-114 може бути, наприклад, індикатором сили прийнятого сигналу (RSSI) стільникового сигналу в/на концентраторному пристрої або потужністю стільникового сигналу з'єднання між концентраторним пристроєм 110-114 і мережевим сервером 116, наприклад, для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером за допомогою стільникових сигналів, таких як стільникове з'єднання. Ця потужність стільникового сигналу на концентраторному пристрої 110-114 може контролюватися постійно, періодично (наприклад, кожні 1 хвилину, кожні 5 хвилин, кожні 10 хвилин, кожні 15 хвилин або інше значення між 0-90 хвилинами) або коли відбувається передача даних. Концентраторний пристрій 110-114 необов'язково відстежує потужність стільникового сигналу протягом певного періоду часу. Таким чином, поточний стан контролюваної потужності сигналу стільникового зв'язку концентраторного пристрою може впливати на оцінку якості з'єднання концентраторного пристрою.

У наступній таблиці наведено приклад того, як параметр стану потужності сигналу стільникового зв'язку може впливати на значення рейтингу якості (QR) концентраторного пристрою. Зменшене значення потужності стільникового сигналу (наприклад, RSSI стільникового сигналу на концентраторному пристрої 110-114) параметр аналізу стану віднімається від початкового PQRV для кінцевого PQRV. Однак може бути використано інше вимірювання, ніж RSSI.

Таблиця 2

Стан живлення

Вимірне значення RSSI (дБм)	Зниження (віднімання) оцінки якості (QR) значення параметру стану потужності стільникового сигналу
≥ -93	0
$< -93 \text{ \& } \geq -96$	-32
$< -96 \text{ \& } \geq -99$	-64
$< -99 \text{ \& } \geq -102$	-96
< -102	-128

Кожен концентраторний пристрій 110-114 відстежує джерело живлення, до якого підключений концентраторний пристрій. Коли концентраторний пристрій 110-114 працює з використанням внутрішньої батареї, час роботи концентратора може бути більш обмеженим (наприклад, якщо батарея розряджена), ніж якщо концентраторний пристрій працює на зовнішньому джерелі живлення, такому як джерело живлення транспортного засобу, приймач-передавач LoRa або інший пристрій активу, до якого приєднаний, підключений або іншим чином пов'язаний концентраторний пристрій. Таким чином, відстежувальний пристрій 104-108, що встановлює зв'язок з концентратором 110-114 із зовнішнім джерелом живлення, може бути кращим вибором за деяких обставин, ніж якщо концентраторний пристрій покладається тільки на внутрішню батарею.

Наступна таблиця зображує один приклад того, як параметр стану з'єднання зовнішнього джерела живлення може впливати на значення рейтингу якості (QR) концентраторного пристрою. Зняте значення параметра відбору зовнішнього робочого стану потужності концентраторного пристрою віднімається від початкового PQRV для кінцевого PQRV.

Таблиця 3

Мережевий сервер надав значення зміщення

Концентраторний пристрій працює від зовнішнього джерела живлення?	Зниження (віднімання) оцінки якості (QR) значення параметра стану з'єднання зовнішнього джерела живлення
Так	0
Ні	-9

У деяких випадках мережевий сервер 116 або користувач може захотіти підштовхнути відстежувальний пристрій до з'єднання з конкретним концентраторним пристроєм 110-114 або не з'єднуватися з ним. Мережевий сервер 116 або користувач може досягти цього, зробивши концентраторний пристрій 110-114 більш привабливим або менш привабливим як варіант з'єднання, надавши значення зміщення від мережевого сервера до конкретного концентраторного пристрою відносно з'єднання з конкретним відстежувальним пристроєм 104-108 або відносно з'єднання з будь-яким відстежувальним пристроєм. Наприклад, мережевий сервер 116 може передавати перше значення зсуву першому концентраторному пристрою 110-114 для з'єднання з першим відстежувальним пристроєм 104-108, передавати друге значення зсуву другому концентраторному пристрою для з'єднання з будь-яким відстежувальним пристроєм і не передавати будь-яке значення зсуву (або передавати значення зсуву нуля) третьому концентраторному пристрою для з'єднання з будь-яким відстежувальним пристроєм.

Наступна таблиця зображує приклад того, як параметр станів з'єднання значення зміщення, наданий мережевим сервером 116, може впливати на значення рейтингу якості (QR) концентраторного пристрою. Менше число (наприклад, -40) зробить концентраторний пристрій 110-114 менш привабливим для конкретного відстежувального пристрою 104-108, а більше число (наприклад, 0) зробить концентраторний пристрій більш привабливим. Значення відхилення параметра обчислення стану зсуву мережевого сервера віднімається від початкового PQRV для остаточного PQRV.

Таблиця 4

Робочий цикл

Зсув якості з'єднання	Зниження (віднімання) оцінки якості (QR) значення параметра стану з'єднання значення зсуву, наданого мережевим сервером
Значення зміщення	Від 0 до -255

У певних регіонах повідомлення від концентраторного пристрою 110-114 обмежується робочим циклом передачі концентраторного пристрою. Робочий цикл вказує на частку часу, протягом якого ресурс активний. Цикл обов'язкової передачі для концентраторного пристрою - це загальний час, протягом якого концентраторний пристрій передає повідомлення за певний період часу, наприклад, за годину. Загальний робочий цикл для концентраторного пристрою - це загальний час, протягом якого концентраторний пристрій передає та приймає повідомлення за певний період часу, наприклад, за годину. В одному варіанті реалізації винаходу, коли концентраторний пристрій 110-114 досягає 80 %

від обмеження робочого циклу передачі концентраторного пристрою або вибраного числа робочого циклу передачі в діапазоні 70-95 % від обмеження робочого циклу передачі концентраторного пристрою, концентраторний пристрій припиняє відповідати на запити на з'єднання, щоб підтримувати можливості зв'язку з існуючими з'єднаними відстежувальними пристроями 104-108. У цьому варіанті реалізації винаходу, якщо концентраторний пристрій 110-114 досягає 80 % від межі робочого циклу передачі концентраторного пристрою (або іншого вибраного номера робочого циклу передачі в діапазоні 70-95 % від межі робочого циклу передачі концентраторного пристрою), концентраторний пристрій може бути обмежений кількістю повідомлень, яку концентраторний пристрій може передавати на відстежувальний пристрій 104-108. В іншому варіанті реалізації винаходу, коли концентраторний пристрій 110-114 досягає 80 % від обмеження робочого циклу концентраторного пристрою або вибраного числа робочого циклу передачі в діапазоні 70-95 % від обмеження робочого циклу концентраторного пристрою, концентраторний пристрій припиняє відповідати на запити на з'єднання, щоб підтримувати можливості зв'язку з існуючими з'єднаними відстежувальними пристроями 104-108. Таким чином, поточний стан робочого циклу концентраторного пристрою може впливати на оцінку якості з'єднання концентраторного пристрою.

Наступна таблиця зображує один приклад того, як параметр стану з'єднання робочого циклу передачі концентратора може впливати на значення рейтингу якості (QR) концентратора. Значення пониження параметра аналізу стану робочого циклу передавального концентраторного пристрою віднімається від початкового PQRV для остаточного PQRV.

Таблиця 5

Робочий цикл передачі >80%	Зниження (віднімання) оцінки якості (QR) значення параметра стану з'єднання робочого циклу передавального пристрою
Ні	0
Так	-25

Наступна таблиця зображує інший приклад того, як параметр стану з'єднання робочого циклу передачі концентратора може впливати на значення рейтингу якості (QR) концентратора.

Таблиця 6

Передавати робочий цикл > або = вибране значення	Зниження (віднімання) оцінки якості (QR) значення параметра стану з'єднання робочого циклу передавального пристрою
Ні	0
Так	-25

Наступна таблиця зображує інший приклад того, як параметр стану всього робочого циклу передачі концентратора може впливати на значення рейтингу якості (QR) концентратора. Значення пониження параметра аналізу стану робочого циклу всього концентраторного пристрою віднімається від початкового PQRV для остаточного PQRV.

Таблиця 7

Визначення швидкості або активності концентраторного пристрою

Загальний робочий цикл > або = вибране значення	Зниження (віднімання) оцінки якості (QR) значення параметра стану всього робочого циклу передавального пристрою
Ні	0
Так	-25

Концентраторний пристрій 110-114 відстежує швидкість концентратора (наприклад, в км/год) (необов'язково протягом вибраного періоду часу), використовуючи один або більше датчиків концентратора, один або більше приймачів концентратора та/або одне або більше повідомлень, отриманих концентратором, таких як GPS-сигнали, отримані GPS-приймачем концентратора та/або датчиками та процесорами. Концентраторний пристрій 110-114 необов'язково відстежує це значення швидкості руху протягом певного періоду часу. Концентраторний пристрій 110-114 може переміщатися в діапазоні і поза діапазоном конкретного відстежувального пристрою 104-108. Швидкість концентраторного пристрою 110-114 використовується для визначення того, чи є концентраторний пристрій надійним пристроєм для з'єднання з відстежувальним пристроєм 104-108.

Наступна таблиця зображує приклад того, як параметр стану з'єднання основної швидкості концентратора (як виміряно в даний час або необов'язково протягом вибраного попереднього періоду часу, наприклад, протягом останніх 720 хвилин) може впливати на значення рейтингу якості (QR) концентраторного пристрою. Значення пониження параметра аналізу стану швидкості концентраторного пристрою віднімається від початкового PQRV для остаточного PQRV.

Таблиця 8

Виміряна швидкість (км/год)	Зниження (віднімання) оцінки якості (QR) значення параметра стану з'єднання швидкості концентраторного пристрою
≤ 10	0
>10 та < 50	-25
≥ 50	-50

Альтернативно, концентраторний пристрій 110-114 може використовувати дані активності від концентраторного пристрою, використовуючи один або більше датчиків концентраторного пристрою та/або один або більше приймачів концентраторного пристрою. Наприклад, концентраторний пристрій 110-114 може мати один або більше акселерометрів та/або один або більше гіроскопів для виявлення руху концентраторного пристрою. Концентраторний пристрій 110-114 може призначати значення рейтингу якості (QR) поточному руху або руху, необов'язково протягом певного періоду часу.

Наступна таблиця зображує приклад того, як параметр з'єднання стану активності (наприклад, руху) концентраторного пристрою (як вимірюється в даний час або необов'язково протягом вибраного попереднього періоду часу, наприклад, протягом останніх 720 хвилин) може впливати на значення рейтингу якості (QR) концентраторного пристрою. Значення пониження параметра аналізу стану активності віднімається від початкового PQRV для остаточного PQRV.

Таблиця 9

Активність	Зниження (віднімання) оцінки якості (QR) значення параметра стану з'єднання активності концентраторного пристрою
Ні	0
Так	-25

Приклад 1

Концентраторний пристрій 110 отримує запит на з'єднання від відстежувального пристрою 104 із запитом на з'єднання RSSI -72 дБм в мережі зв'язку LoRa, концентраторний пристрій працює від зовнішнього джерела живлення, і концентраторний пристрій має потужність стільникового сигналу -109 дБм. Концентраторний пристрій 110 визначає (наприклад, обчислює) своє рейтингове значення якості з'єднання (PQRV) на основі лише чотирьох параметрів з'єднаного стану: індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) запиту на з'єднання, стан живлення концентраторного пристрою, що вказує на те, чи підключений концентраторний пристрій до зовнішнього джерела живлення, якість сигналу стільникового сигналу або іншого мережевого сигналу або з'єднання на концентраторному пристрої для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером (наприклад, індикатор сили прийнятого сигналу (RSSI) стільникового сигналу на концентраторному пристрої (наприклад, для повідомлення/зв'язку з мережевим сервером за допомогою стільникових сигналів, таких як стільникове з'єднання), потужність сигналу з'єднання між концентраторним пристроєм і мережевим сервером або потужність стільникового сигналу стільникового з'єднання між концентраторним пристроєм і мережевим сервером), і спеціальне значення зміщення, надане мережевим сервером. Спеціальне значення зміщення є необов'язковим у деяких варіантах реалізації винаходу. Концентраторний пристрій 110 визначає своє рейтингове значення якості з'єднання (PQRV) у цьому прикладі наступним чином і передає своє PQRV з відповіддю на з'єднання на пристрій 104 відстеження, який надіслав запит на з'єднання:

Таблиця 10

Параметр станів з'єднання	Значення параметрів станів з'єднання	Початкове значення параметра стану з'єднання = 255; Параметр стану з'єднання, що зменшує (віднімає) значення
LoRa RSSI запиту на з'єднання	-72 дБм	-30

Зовнішнє живлення концентраторного пристрою (так/ні?)	Так	0
Потужність стільникового сигналу	-98 дБм	-64
Значення зміщення мережевого сервера	0	0
	Кінцеве значення рейтингу якості з'єднання	161

Приклад 2

Концентраторний пристрій 110-114 отримує запит на з'єднання від відстежувального пристрою 104-108 із запитом на з'єднання RSSI -122 дБм в мережі зв'язку LoRa, концентраторний пристрій працює на зовнішньому живленні, концентраторний пристрій має робочий цикл передачі 82 %, концентраторний пристрій має потужність стільникового сигналу -97 дБм, а концентраторний пристрій мав швидкість 60 км/год 45 хвилин тому. У цьому прикладі значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) має значення початкового стану з'єднання 255, і значення параметрів стану з'єднання або додаються до, або віднімаються від значення початкового стану з'єднання за допомогою концентраторного пристрою 110-114 для визначення остаточного значення рейтингу якості з'єднання (PQRV). В інших прикладах значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) може мати значення початкового стану з'єднання 0 або інше значення, різні значення можуть бути призначені для конкретних параметрів станів з'єднання (наприклад, -10 або +10 замість -50 і -5 або +5 замість -25), а значення параметрів станів з'єднання можуть додаватися до або відніматися від значення початкового стану з'єднання за допомогою концентраторного пристрою для визначення остаточного значення рейтингу якості з'єднання (PQRV). Концентраторний пристрій 110-114 визначає своє рейтингове значення якості з'єднання (PQRV) у цьому прикладі наступним чином і передає своє PQRV з відповіддю на з'єднання на відстежувальний пристрій, який надіслав запит на з'єднання:

Таблиця 11

Параметр станів з'єднання	Значення параметрів станів з'єднання	Початкове значення параметра стану з'єднання = 255; Параметр стану з'єднання, що зменшує (віднімає) значення
LoRa RSSI запиту на з'єднання	-122 дБм	-60
Зовнішнє живлення концентраторного пристрою (так/ні?)	Так	0
Робочий цикл концентраторного пристрою	82%	-25
Потужність стільникового сигналу	-97 дБм	-64
Швидкість концентраторного пристрою (останні 12 годин)	60 км/год	-50
Значення зміщення мережевого сервера	0	0
	Кінцеве значення рейтингу якості з'єднання	56

Приклад 3

Концентраторний пристрій 110-114 отримує запит на з'єднання від відстежувального пристрою 104-108 ввечері із запитом на з'єднання RSSI -105 дБм в мережі зв'язку LoRa, концентраторний пристрій працює на зовнішньому живленні, концентраторний пристрій має робочий цикл 27 %, концентраторний пристрій має силу стільникового сигналу -90 дБм, а концентраторний пристрій мав швидкість 11 км/год 8 годин тому. У цьому прикладі значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) має значення початкового стану з'єднання 255, і значення параметрів стану з'єднання або додаються до, або віднімаються від значення початкового стану з'єднання за допомогою концентраторного пристрою 110-114 для визначення остаточного значення рейтингу якості з'єднання (PQRV). В інших прикладах значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) може мати значення початкового стану з'єднання 0 або інше значення, різні значення можуть бути призначені для конкретних параметрів станів з'єднання (наприклад, -10 або +10 замість -50 і -5 або +5 замість -25), а значення параметрів станів з'єднання можуть додаватися до або відніматися від значення початкового стану з'єднання за допомогою

концентраторного пристрою для визначення остаточного значення рейтингу якості з'єднання (PQRV). Концентраторний пристрій 110-114 визначає своє рейтингове значення якості з'єднання (PQRV) у цьому прикладі наступним чином і передає своє PQRV з відповіддю на з'єднання на відстежувальний пристрій, який надіслав запит на з'єднання:

Таблиця 12

Параметр станів з'єднання	Значення параметрів станів з'єднання	Початкове значення параметра стану з'єднання = 255; Параметр стану з'єднання, що зменшує (віднімає) значення
LoRa RSSI запиту на з'єднання	-105 дБм	0
Зовнішнє живлення концентраторного пристрою (так/ні?)	Так	0
Робочий цикл концентраторного пристрою	27 %	0
Потужність стільникового сигналу	-90 дБм	0
Швидкість концентраторного пристрою (останні 12 годин)	11 км/год	-25
Значення зміщення мережевого сервера	0	0
	Кінцеве значення рейтингу якості з'єднання	230

Приклад 4

Концентраторний пристрій 110-114 отримує запит на з'єднання від відстежувального пристрою 104-108 ввечері із запитом на з'єднання RSSI -75 дБм в мережі зв'язку LoRa, концентраторний пристрій працює на зовнішньому живленні, концентраторний пристрій має робочий цикл 8 %, концентраторний пристрій має силу стільникового сигналу -90 дБм, а концентраторний пристрій мав швидкість 11 км/год 8 годин тому. У цьому прикладі значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) має значення початкового стану з'єднання 255, і значення параметрів стану з'єднання або додаються до, або віднімаються від значення початкового стану з'єднання за допомогою концентраторного пристрою 110-114 для визначення остаточного значення рейтингу якості з'єднання (PQRV). В інших прикладах значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) може мати значення початкового стану з'єднання 0 або інше значення, різні значення можуть бути призначені для конкретних параметрів станів з'єднання (наприклад, -10 або +10 замість -50 і -5 або +5 замість -25), а значення параметрів станів з'єднання можуть додаватися до або відніматися від значення початкового стану з'єднання за допомогою концентраторного пристрою для визначення остаточного значення рейтингу якості з'єднання (PQRV). Концентраторний пристрій 110-114 визначає своє рейтингове значення якості з'єднання (PQRV) у цьому прикладі наступним чином і передає своє PQRV з відповіддю на з'єднання на відстежувальний пристрій, який надіслав запит на з'єднання:

Таблиця 13

Параметр станів з'єднання	Значення параметрів станів з'єднання	Початкове значення параметра стану з'єднання = 255; Параметр стану з'єднання, що зменшує (віднімає) значення
LoRa RSSI запиту на з'єднання	-75 Бм	-30
Зовнішнє живлення концентраторного пристрою (так/ні?)	Ні	-9
Робочий цикл концентраторного пристрою	8 %	0
Потужність стільникового сигналу	-90 дБм	0
Швидкість концентраторного пристрою (останні 12 годин)	0 км/год	0
Значення зміщення мережевого сервера	0	0
	Кінцеве значення	216

У прикладах 1-3 вище, концентраторний пристрій 110-114 у прикладі 2 має найкраще кінцеве значення оцінки якості з'єднання (PQRV), а концентраторний пристрій у прикладі 2 вибирається конкретним відстежувальним пристроєм для з'єднання перед або концентратором за прикладом 3, або концентратором за прикладом 1.

Використання рейтингових значень якості з'єднання (PQRV)

В одному аспекті кожен концентраторний пристрій 110-114 визначає значення рейтингу якості з'єднання для кожного запиту на з'єднання, отриманого від кожного відстежувального пристрою 104-110, опціонально зберігає значення рейтингу якості з'єднання для кожного відстежувального пристрою в пам'яті концентратора і передає значення рейтингу якості з'єднання, відповідне кожному відстежувальному пристрою (і опціонально RSSI відповідного запиту на з'єднання відстежувального пристрою) у відповідь на з'єднання на відповідний відстежувальний пристрій, до якого застосовується значення рейтингу якості з'єднання. У цьому аспекті значення рейтингу якості з'єднання, визначене для першого відстежувального пристрою, відрізняється від значення рейтингу якості з'єднання, визначеного для другого відстежувального пристрою, оскільки запит на з'єднання для першого відстежувального пристрою має інший RSSI, ніж запит на з'єднання для другого відстежувального пристрою.

Таким чином, перший концентраторний пристрій 110-114 визначає значення рейтингу якості з'єднання для першого відстежувального пристрою 104-108, від якого перший концентраторний пристрій отримав запит на з'єднання, необов'язково зберігає значення рейтингу якості з'єднання для першого відстежувального пристрою в пам'яті першого концентраторного пристрою і передає значення рейтингу якості з'єднання для першого відстежувального пристрою (і необов'язково RSSI першого запиту на з'єднання відстежувального пристрою) у відповідь на з'єднання на перший відстежувальний пристрій. Перший концентраторний пристрій 110-114 також визначає значення рейтингу якості з'єднання для другого відстежувального пристрою 104-108, від якого перший концентраторний пристрій отримав запит на з'єднання, необов'язково зберігає значення рейтингу якості з'єднання для другого відстежувального пристрою в пам'яті першого концентраторного пристрою і передає значення рейтингу якості з'єднання для другого відстежувального пристрою (і необов'язково RSSI запиту на з'єднання другого відстежувального пристрою) у відповідь на з'єднання на другий відстежувальний пристрій. Перший концентраторний пристрій 110-114 продовжує цей процес до тих пір, поки не визначить значення рейтингу якості з'єднання для кожного відстежувального пристрою, від якого він отримав запит на з'єднання, необов'язково зберігає значення рейтингу якості з'єднання для кожного відстежувального пристрою в пам'яті першого концентратора та передає значення рейтингу якості з'єднання для кожного відстежувального пристрою (і необов'язково RSSI відповідного запиту на з'єднання відстежувального пристрою) у відповідь на запит на з'єднання на відповідний відстежувальний пристрій.

Аналогічно, другий концентраторний пристрій 110-114 визначає значення рейтингу якості з'єднання для першого відстежувального пристрою 104-108, від якого другий концентраторний пристрій отримав запит на з'єднання, необов'язково зберігає значення рейтингу якості з'єднання для першого відстежувального пристрою в пам'яті другого концентраторного пристрою та передає значення рейтингу якості з'єднання для першого відстежувального пристрою (і необов'язково RSSI першого запиту на з'єднання відстежувального пристрою) у відповідь на запит на з'єднання на перший відстежувальний пристрій. Другий концентраторний пристрій 110-114 також визначає значення рейтингу якості з'єднання для другого відстежувального пристрою 104-108, від якого другий концентраторний пристрій отримав запит на з'єднання, необов'язково зберігає значення рейтингу якості з'єднання для другого відстежувального пристрою в пам'яті другого концентраторного пристрою і передає значення рейтингу якості з'єднання для другого відстежувального пристрою (і необов'язково RSSI запиту на з'єднання другого відстежувального пристрою) у відповідь на з'єднання на другий відстежувальний пристрій. Другий концентраторний пристрій 110-114 продовжує цей процес до тих пір, поки другий концентраторний пристрій не визначить значення рейтингу якості з'єднання для кожного відстежувального пристрою, від якого він отримав запит на з'єднання, необов'язково зберігає значення рейтингу якості з'єднання для кожного відповідного відстежувального пристрою в пам'яті другого концентраторного пристрою та передає значення рейтингу якості з'єднання для кожного відстежувального пристрою (і необов'язково RSSI відповідного запиту на з'єднання відстежувального пристрою) у відповідь на запит на з'єднання на відповідний відстежувальний пристрій.

В іншому прикладі, відстежувальний пристрій 104-108 отримує відповідь на з'єднання від декількох концентраторних пристроїв 110-114 у відповідь на запит на з'єднання, переданий від відстежувального пристрою. Відстежувальний пристрій 104-108 вибирає найкращий концентраторний пристрій 110-114 з числа численних концентраторних пристроїв, які реагували на відповіді на з'єднання шляхом вибору найкращого рейтингового значення якості з'єднання (PQRV), відповідного кожному пристрою-

концентратору. У цьому прикладі кожен концентраторний пристрій 110-114 визначає значення рейтингу якості з'єднання і передає відповідь на з'єднання із значенням рейтингу якості з'єднання, яке концентраторний пристрій визначає, на відстежувальний пристрій 104-108. Альтернативно, кожен концентраторний пристрій 110-114 може передавати значення рейтингу якості з'єднання, визначене концентраторним пристроєм в окремому повідомленні, такому як інше повідомлення управління по каналу управління, або до, або після передачі відповіді на з'єднання.

Краще значення рейтингу якості з'єднання відповідає більш надійним лініям зв'язку/з'єднанням між конкретним відстежувальним пристроєм 104-108 і конкретним концентратором 110-114 і між конкретним концентратором і мережевим сервером 116. Таким чином, відстежувальний пристрій 104-108 вибирає концентраторний пристрій 110-114 з найкращим рейтинговим значенням якості з'єднання, з яким слід з'єднуватися.

В одному варіанті здійснення відстежувальний пристрій 104-108 з'єднується з вибраним концентраторним пристроєм 110-114 шляхом передачі його даних датчика (наприклад, в одному або декількох звітах датчика) та ідентифікатора пристрою вибраного концентраторного пристрою до вибраного концентраторного пристрою по каналу даних, призначеному вибраним концентраторним пристроєм для отримання даних датчика від відстежувального пристрою. У цьому варіанті здійснення пристрій 104-108 відстеження не передає жодних даних датчиків до концентраторних пристроїв, які не були обрані для з'єднання. Оскільки невибрані пристрої-концентратори не отримували жодних даних датчиків з ідентифікатором свого пристрою, невибрані пристрої не з'єднуються з відстежувальним пристроєм.

В іншому варіанті здійснення пристрій 104-108 відстеження передає підтвердження на з'єднання до концентраторного пристрою 110-114 з найкращим значенням рейтингу якості з'єднання, і відстежувальний пристрій потім з'єднується з цим концентраторним пристроєм з найкращим значенням рейтингу якості з'єднання, на яке він надіслав підтвердження на з'єднання. У цьому варіанті здійснення пристрій 104-108 відстеження або не передає підтвердження на з'єднання іншим пристроям-концентраторам 110-114, які не були вибрані для з'єднання, або передає керуюче повідомлення іншим пристроям-концентраторам, не вибраним для з'єднання, вказуючи на те, що відстежувальний пристрій не буде з'єднуватися з іншими пристроями-концентраторами.

Фігура 2

Фігура 2 зображує приклад втілення відстежувального пристрою 104A. Відстежувальний пристрій 104A включає в себе один або більше процесорів 202 для обробки даних і комп'ютерно-зчитуваних носіїв (CRM) 204 для зберігання даних і комп'ютерно-зчитуваних виконуваних інструкцій. Процесор 202 обробляє повідомлення, створює повідомлення, зберігає дані в сховищі/пам'яті 206 даних і отримує дані з сховища/пам'яті даних. Процесор 202 і CRM 204 є апаратними засобами. CRM 204 може включати енергозалежну та/або енергонезалежну пам'ять, наприклад, комп'ютерно-зчитуваний носій даних, такий як кеш, оперативна пам'ять (RAM), пам'ять тільки для читання (ROM), флеш-пам'ять та/або іншу пам'ять для зберігання даних та/або комп'ютерно-зчитувані виконувані інструкції, такі як один або більше модулів або частину або компонент одного або більше модулів.

Відстежувальний пристрій 104A включає в себе один або більше датчиків 208. Датчик(и) 208 включає в себе один або більше датчиків для виявлення активності або неактивності пристрою активу, до якого він прикріплений, підключений або іншим чином пов'язаний. Наприклад, датчик(и) 208 може бути одним або декількома акселерометрами для визначення руху або руху пристрою активу, до якого він прикріплений, датчиком температури для визначення температури пристрою активу, до якого він прикріплений (наприклад, двигуна пристрою активу), датчиком орієнтації для визначення змін орієнтації пристрою активу, до якого він прикріплений, датчиком вібрації для визначення вібрації пристрою активу, до якого він прикріплений, або іншими датчиками для визначення активності або однією або декількома іншими характеристиками пристрою активу. Датчик(и) 208 приймає одне або більше вимірювань або показань і передає результати вимірювань або показань в процесор 202 як дані датчика.

Відстежувальний пристрій 104A включає в себе один або більше модулів, які є машинозчитуваними виконуваними інструкціями. Модулі зберігаються в CRM 204 і виконуються процесором 202. У прикладі на Фігурі 2 модулі включають в себе сенсорний модуль 210, модуль з'єднання 212 та модуль зв'язку 214.

Сенсорний модуль 210 керує отриманням даних від одного або більше датчиків 208, передаванням цих даних до процесора 202 і зберіганням цих даних у сховищі даних 206. Наприклад, сенсорний модуль 210 сконфігурований для отримання одного або більше показань датчика з даними датчика в один або більше періодів або інтервалів сенсорювання даних та/або періодів або інтервалів звітності даних, передачі цих даних до процесора 202 та зберігання цих даних у сховищі даних 206. Сенсорний модуль 210 керує аспектами сприйняття даних та зберігання даних датчиків для відстежувального пристрою 104A, як далі обговорюється в цьому документі.

Модуль з'єднання 212 генерує (створює) запити на з'єднання для передачі від відстежувального пристрою приймачами-передавачами 216. Модуль з'єднання 212 оцінює дані, отримані під час

процесу з'єднання, включаючи стани, складений стан, значення якості стану або значення PQRV та необов'язкові значення RSSI запитів на з'єднання, отриманих в одній або декількох відповідях на з'єднання, і визначає, який з концентраторних пристроїв слід з'єднати. Модуль з'єднання 212 необов'язково передає запити на з'єднання до модуля зв'язку 214 для передачі приймачем(-ами) 216 і необов'язково приймає відповіді на з'єднання або дані від однієї або більше відповідей на з'єднання від модуля зв'язку, отримані від приймача(-ів).

В одному прикладі модуль з'єднання 212 генерує (створює) запит на з'єднання, який передається приймачем 216. Запит на з'єднання необов'язково форматується модулем зв'язку 214 (наприклад, як зв'язок LoRa або IoT) перед передачею приймачем(-ами) 216. Приймач(и) 216 відстежувального пристрою 104A приймає відгуки декількох запитів на з'єднання від концентраторних пристроїв 110-114, і кожна з відповідей на з'єднання включає в себе значення стану, складеного стану, значення якості стану або значення PQRV передавального концентраторного пристрою та RSSI запиту на з'єднання, як виміряно цим концентраторним пристроєм. Модуль з'єднання 212 обробляє всі відповіді на з'єднання, вибирає один з концентраторних пристроїв 110-114 з найкращим станом, композитним станом, значеннями якості стану або значенням PQRV, з яким слід з'єднатися, і наказує процесору 202 з'єднатися з вибраним концентраторним пристроєм.

В одному варіанті здійснення відстежувальні пристрої 104-108 вимагають, щоб потенційний концентраторний пристрій 110-114 для з'єднання мав мінімальне значення рейтингу якості з'єднання (PQRV), щоб з'єднуватися з відстежувальним пристроєм. Модуль з'єднання 212 визначає, чи відповідає значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) у відповіді на з'єднання (дорівнює або більше) мінімальному значенню рейтингу якості з'єднання (PQRV). Якщо значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) конкретного концентраторного пристрою не відповідає (не дорівнює або перевищує) мінімальне значення рейтингу якості з'єднання (PQRV), необхідне для конкретного відстежувального пристрою 104-108, модуль з'єднання 212 конкретного відстежувального пристрою не буде з'єднуватися з конкретним концентраторним пристроєм. Якщо значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) всіх концентраторних пристроїв 110-114 не відповідає (не дорівнює або більше) мінімальному значенню рейтингу якості з'єднання (PQRV), необхідному для конкретного відстежувального пристрою 104-108, конкретний відстежувальний пристрій не з'єднується з жодним з концентраторних пристроїв. Якщо значення рейтингу якості з'єднання (PQRV) одного або більше концентраторних пристроїв відповідає (дорівнює або більше) мінімальному значенню рейтингу якості з'єднання (PQRV), необхідному для конкретного відстежувального пристрою 104-108, модуль з'єднання 212 конкретного відстежувального пристрою вибере концентраторний пристрій з найкращим значенням рейтингу якості з'єднання (PQRV) для з'єднання.

В одному варіанті реалізації винаходу, якщо два або більше концентраторних пристроїв 110-114 мають однаковий найкращий стан, якість одного або більше станів, композитний стан, композитну якість одного або більше станів або значення рейтингу якості з'єднання (залежно від випадку), ідентифіковане у відповідях на з'єднання концентраторного пристрою, модуль з'єднання 212 вибирає концентраторний пристрій, що має найвищий вимірний RSSI запиту на з'єднання, відстежувального пристрою, переданий для з'єднання. Якщо два або більше концентраторних пристроїв 110-114 також мають однаковий RSSI запиту на з'єднання, переданий відстежувальним пристроєм 104-108, модуль з'єднання 212 вибирає концентраторний пристрій для з'єднання, який відповідає першій отриманій відповіді на з'єднання. Модуль зв'язку 214 в цьому прикладі необов'язково приймає відповіді на з'єднання від приймача(-ів) 216, необов'язково декодує відповіді на з'єднання від формату LoRa або IoT і передає відповіді на з'єднання до модуля зв'язку 214 для обробки.

В іншому прикладі модуль з'єднання 212 генерує (створює) запит на з'єднання, який передається приймачем 216. Запит на з'єднання необов'язково форматується модулем зв'язку 214 (наприклад, як зв'язок LoRa або IoT) перед передачею приймачем(-ами) 216. Приймач(и) 216 відстежувального пристрою 104A приймає відгуки декількох запитів на з'єднання від концентраторних пристроїв 110-114, і кожна з відповідей на з'єднання включає в себе значення стану з'єднання передавального концентраторного пристрою та RSSI запиту на з'єднання, як виміряно цим концентраторним пристроєм. Модуль з'єднання 212 обробляє всі відповіді на з'єднання, вибирає один з концентраторних пристроїв 110-114 з найкращим станом з'єднання, з яким слід з'єднатися, і наказує процесору 202 з'єднатися з вибраним концентраторним пристроєм. Якщо два або більше концентраторних пристроїв 110-114 мають однакове значення відповіді якості з'єднання, ідентифіковане в відповідях концентраторного пристрою на пару, модуль з'єднання 212 вибирає концентраторний пристрій, що має найвищий RSSI запиту на з'єднання, переданого відстежувальним пристроєм для з'єднання. Якщо два або більше концентраторних пристроїв 110-114 також мають однаковий RSSI запиту на з'єднання, модуль з'єднання 212 вибирає концентраторний пристрій для з'єднання, який відповідає першій отриманій відповіді на з'єднання. Модуль з'єднання 212 керує всіма аспектами процесу з'єднання для відстежувального пристрою 104A, як далі обговорюється в цьому документі. Модуль зв'язку 214 в цьому прикладі необов'язково приймає відповіді на з'єднання від приймача(-ів) 216, необов'язково декодує відповіді на з'єднання від формату LoRa або IoT і передає

відповіді на з'єднання до модуля зв'язку 214 для обробки.

Модуль зв'язку 214 форматує (наприклад, кодує або декодує) повідомлення, які повинні бути передані або прийняті від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114, і встановлює одну або більше конфігурацій або змін конфігурації, отриманих від одного або більше концентраторних пристроїв. В одному прикладі, модуль зв'язку 214 отримує дані датчиків зі сховища даних 206, отримує дані датчиків від процесора 202 або іншим чином використовує дані датчиків і створює або форматує повідомлення у вигляді двійкових закодованих повідомлень з цими даними датчиків та іншими даними (наприклад, ідентифікатором концентраторного пристрою) для передачі до одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 по каналу даних, призначеному концентраторним пристроєм. В іншому прикладі, модуль зв'язку 214 приймає конфігурації та/або зміни конфігурації, зберігає конфігурації або зміни конфігурації, необхідні в сховищі даних 206, встановлює конфігурації або зміни конфігурації на відстежувальному пристрої 104A, генерує підтвердження того, що конфігурації або оновлення конфігурацій були встановлені, і передає підтвердження процесору для передачі на один або більше концентраторних пристроїв 110-114. Модуль зв'язку 214 управляє обробкою для прийому та передачі повідомлень для відстежувального пристрою 104A, як далі обговорюється в цьому документі.

Відстежувальний пристрій 104A включає в себе один або більше приймачів 216 або інших інтерфейсів зв'язку для передачі повідомлень і прийому повідомлень від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 через першу мережу зв'язку 134. В одному прикладі, один або більше приймально-передавальних пристроїв 216 містять приймально-передавальний пристрій далекого радіусу дії (LoRa), приймально-передавальний пристрій IoT та/або інший бездротовий приймально-передавальний пристрій. Однак відстежувальний пристрій 104A може включати в себе один або більше додаткових або інших типів приймачів-передавачів для передачі повідомлень і прийому повідомлень від концентраторних пристроїв 110-114, як далі обговорюється в цьому документі.

Відстежувальний пристрій 104A може включати в себе акумулятор або іншу енергосистему 218 для живлення відстежувального пристрою, підключення до енергосистеми пристрою активу, який відстежує відстежувальний пристрій, або отримання живлення від сонячної панелі, сонячного елемента або іншого сонячного пристрою, приєднаного або підключеного до або пов'язаного з відстежувальним пристроєм для генерації електроенергії та зберігання сонячної енергії, що генерується. Наприклад, активний пристрій може включати в себе акумулятор і/або двигун для генерації енергії. Відстежувальний пристрій 104A може бути з'єднаний з акумулятором пристрою активу для прийому живлення від акумулятора пристрою активу або прийому живлення через двигун пристрою активу через одне або більше з'єднань з компонентом двигуна.

Фігура 3

Фігура 3 зображує зразковий варіант здійснення концентраторного пристрою 110A. Концентраторний пристрій 110A включає в себе один або більше процесорів 302 для обробки даних і комп'ютерно-зчитуваних носіїв (CRM) 304 для зберігання даних і комп'ютерно-зчитуваних виконуваних інструкцій. Процесор 302 обробляє повідомлення, створює повідомлення, зберігає дані в сховищі/пам'яті 306 даних і отримує дані з сховища/пам'яті даних. Процесор 302 і CRM 304 є апаратними засобами. CRM 304 може включати енергозалежну та/або енергонезалежну пам'ять, наприклад, комп'ютерно-зчитуваний носій даних, такий як кеш, оперативна пам'ять (RAM), пам'ять тільки для читання (ROM), флеш-пам'ять та/або іншу пам'ять для зберігання даних та/або комп'ютерно-зчитувані виконувані інструкції, такі як один або більше модулів або частину або компонент одного або більше модулів.

Концентраторний пристрій 110A включає і себе один або більше датчиків 308. Датчик(и) 308 включає в себе один або більше датчиків для виявлення активності або неактивності пристрою активу, до якого він прикріплений, підключений або іншим чином пов'язаний. Наприклад, датчик(и) 308 може бути одним або декількома акселерометрами для визначення руху або руху пристрою активу, до якого він прикріплений, датчиком температури для визначення температури пристрою активу, до якого він прикріплений (наприклад, двигуна пристрою активу), датчиком орієнтації для визначення змін орієнтації пристрою активу, до якого він прикріплений, датчиком вібрації для визначення вібрації пристрою активу, до якого він прикріплений, або іншими датчиками для визначення активності або однієї або декількох іншими характеристиками пристрою активу. Датчик(и) 308 приймає одне або більше вимірювань або показань і передає результати вимірювань або показань в процесор 302 як дані датчика. Датчик(и) 308 також вимірює RSSI кожного отриманого запиту на з'єднання і робить одне або більше інших вимірювань або показань датчика для параметрів станів з'єднання або інших станів концентраторного пристрою.

Концентраторний пристрій 110A включає в себе один або більше модулів, які є машинозчитуваними виконуваними інструкціями. Модулі зберігаються в CRM 304 і виконуються процесором 302. У прикладі на Фігурі 3 модулі включають в себе сенсорний модуль 310, модуль з'єднання 312 та модуль зв'язку 314.

Сенсорний модуль 310 керує отриманням даних від одного або більше датчиків 308, передаванням цих даних до процесора 302 і зберіганням цих даних у сховищі даних 306. Наприклад, сенсорний модуль 310 сконфігурований для отримання одного або більше показань датчика з даними датчика в один або більше періодів або інтервалів сенсорювання даних та/або періодів або інтервалів звітності даних, передачі цих даних до процесора 302 та зберігання цих даних у сховищі даних 306. Сенсорний модуль 310 керує аспектами сприйняття даних та зберігання даних датчиків для концентраторного пристрою 110А, як далі обговорюється в цьому документі.

Модуль з'єднання 312 визначає та/або виробляє дані стану, які під час процесу з'єднання повинні бути передані до одного або більше пристроїв 104-108 відстеження, включаючи один або більше станів, складених станів, значення якості стану або значення рейтингу якості з'єднання концентраторного пристрою 110А в одній або більше відповідях на з'єднання. В одному прикладі, концентраторний пристрій 110А отримує запит на з'єднання від відстежувального пристрою 104, і модуль з'єднання 312 визначає один або більше станів концентраторного пристрою, якість одного або більше станів концентраторного пристрою, складене значення декількох станів концентраторного пристрою, складене значення якості одного або більше станів або значення рейтингу якості з'єднання концентраторного пристрою (залежно від обставин) і генерує (створює) відповідь на з'єднання зі станом, складеним станом, значеннями якості стану або значенням рейтингу якості з'єднання. Модуль з'єднання 312 також позначає канал даних для прийому даних датчиків від відстежувального пристрою 104 у відповідь на з'єднання разом з ідентифікатором концентраторного пристрою.

В іншому прикладі концентраторний пристрій 110А отримує запит на з'єднання від відстежувального пристрою 104, і модуль з'єднання 312 визначає значення рейтингу якості з'єднання концентраторного пристрою на основі одного або більше параметрів станів з'єднання. Модуль з'єднання 312 генерує (наприклад, створює) відповідь на з'єднання зі значенням рейтингу якості з'єднання, призначеним каналом даних для прийому даних датчиків від пристрою 104 відстеження, ідентифікатором концентраторного пристрою. Модуль з'єднання 312 необов'язково включає RSSI запиту на з'єднання, який вимірюється концентраторним пристроєм 110А з відповіддю на з'єднання. Модуль з'єднання 312 керує всіма аспектами процесу з'єднання для відстежувального пристрою 110А, як далі обговорюється в цьому документі.

Модуль зв'язку 314 форматує (наприклад, кодує або декодує) повідомлення, які повинні бути передані на один або більше пристроїв 104-108 відстеження, форматує повідомлення, які повинні бути передані на мережевий сервер 116, зберігає одну або більше конфігурацій або змін конфігурації в сховищі даних 306, отриманих від мережевого сервера, призначеного для одного або більше пристроїв відстеження, отримує одну або більше конфігурацій або змін конфігурації зі сховища даних, які повинні бути передані на один або більше пристроїв відстеження, і встановлює одну або більше конфігурацій або змін конфігурації, отриманих від мережевого сервера, призначених для концентраторного пристрою. В одному прикладі, модуль зв'язку 314 отримує дані датчика з пам'яті даних 306, отримує дані датчика від процесора 302 або іншим чином використовує дані датчика і створює або форматує повідомлення у вигляді двійкового закодованого повідомлення з цими даними датчика для передачі на мережевий сервер 116. В іншому прикладі модуль зв'язку 314 генерує підтвердження того, що конфігурації або оновлення конфігурацій були встановлені на концентраторному пристрої, генерує підтвердження того, що один або більше звітів датчика з даними датчика були отримані від одного або більше пристроїв 104-108 відстеження, і передає підтвердження процесору 302 для передачі на мережевий сервер або один або більше пристроїв відстеження. Модуль зв'язку 314 управляє обробкою для прийому та передачі повідомлень для відстежувального пристрою 110А, як далі обговорюється в цьому документі.

Концентраторний пристрій 110А включає в себе один або більше приймачів 316 або інших інтерфейсів зв'язку для передачі повідомлень і прийому повідомлень від одного або більше пристроїв 104-108 відстеження через першу мережу 134 і для передачі повідомлень і прийому повідомлень від мережевого сервера 116 через другу мережу 138. В одному прикладі, концентраторний пристрій 110А включає в себе приймач-передавач далекого радіусу дії (LoRa), приймач-передавач типу IoT або інший бездротовий приймач-передавач для передачі повідомлень і прийому повідомлень від пристроїв 104-108 відстеження через першу мережу зв'язку 134 і стільниковий приймач-передавач (наприклад, приймач-передавач LTE-M) або інший дротовий або бездротовий приймач-передавач для передачі повідомлень і прийому повідомлень від мережевого сервера 116 через другу мережу зв'язку 138. Проте, концентраторний пристрій 110А може включати в себе один або більше додаткових або інших типів приймачів-передавачів для передачі повідомлень і прийому повідомлень від мережевого сервера 116 і/або пристроїв відстеження 104-108, як додатково обговорюється в цьому документі, включаючи приймач-передавач з'єднання Bluetooth, приймач-передавач з'єднання Bluetooth з низьким енергоспоживанням (BLE), приймач-передавач мережі WiFi і приймач-передавач мережі LoRa Alliance.

Один або більше приймачів 316 концентратора 110А також включають в себе приймач даних про місцезнаходження для прийому даних про місцезнаходження від одного або більше пристроїв передачі даних про місцезнаходження, таких як приймач GPS для прийому даних про

місцезнаходження GPS від одного або більше пристроїв GPS, таких як один або більше супутників GPS або наземних передавачів сигналів GPS. Альтернативно, один або більше приймачів 316 концентратора 110A можуть включати в себе Глобальну навігаційну супутникову систему (ГЛОНАСС) або еквівалентний приймач для прийому інших типів передачі даних про місцезнаходження. В одному прикладі, приймач LTE-M включає в себе приймач GPS.

Концентраторний пристрій 110A може включати в себе акумулятор або іншу енергосистему 318 для живлення концентраторного пристрою, підключення до енергосистеми пристрою активу, який відстежує концентраторний пристрій, з'єднуватися з трансивером типу LoRa, або отримувати живлення від сонячної панелі, сонячного елемента або іншого сонячного пристрою, приєднаного або підключеного до або пов'язаного з концентраторним пристроєм для генерації електроенергії та зберігання сонячної енергії, що генерується. Наприклад, активний пристрій може включати в себе акумулятор і/або двигун для генерації енергії. Концентраторний пристрій 110A може бути з'єднаний з акумулятором пристрою активу для прийому живлення від акумулятора пристрою активу або прийому живлення через двигун пристрою активу через одне або більше з'єднань з компонентом двигуна.

Фігура 4

Фігура 4 зображує приклад втілення мережевого сервера 116A. Мережевий сервер 116A включає в себе один або більше процесорів 402 і машинозчитуваний носій (CRM) 404. Процесор 402 виконує машинозчитувані виконувані інструкції в одному або декількох модулях 406-412 для створення, передачі і прийому повідомлень, обробки повідомлень і даних, опціонально зберігання даних в необов'язковій базі даних/пам'яті 414 і опціонально отримання даних з бази даних/пам'яті. Процесор 402 є апаратним.

CRM 404 зберігає дані та машинозчитувані виконувані інструкції модулів 406-412. CRM 404 може включати енергозалежну та/або енергонезалежну пам'ять, наприклад, комп'ютерно-зчитуваний носій даних, такий як кеш, оперативна пам'ять (RAM), пам'ять тільки для читання (ROM), флеш-пам'ять та/або іншу пам'ять для зберігання даних та/або комп'ютерно-зчитувані виконувані інструкції, такі як один або більше модулів 406-412 або частину або компонент одного або більше модулів. У прикладі на Фігурі 4, модулі включають в себе модуль зв'язку 406, модуль черги 408, модуль конфігурації 410 і необов'язковий модуль даних 412. CRM 404 є апаратним.

Модуль зв'язку 406 управляє прийомом і передачею повідомлень для мережевого сервера 116A, як далі обговорюється в цьому документі. Модуль зв'язку 406 приймає одне або більше повідомлень від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 і передає одне або більше повідомлень до одного або більше концентраторних пристроїв. В одному аспекті модуль зв'язку працює як кінцева точка протоколу передачі гіпертексту (HTTP) або кінцева точка інтерфейсу прикладного програмування (API).

Модуль зв'язку 406 форматує (наприклад, декодує) повідомлення, прийняті від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114, і форматує (наприклад, кодує) повідомлення, які повинні бути передані на один або більше концентраторних пристроїв 110-114. В одному прикладі, модуль зв'язку 406 перетворює дані в двійкових кодованих повідомленнях, отриманих від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 з двійкового кодованого формату в текстовий формат, такий як JavaScript Object Notation (JSON), для передачі в модуль черги 408 або з модуля черги, і може перетворювати повідомлення з текстового формату або іншого формату в двійковий кодований формат для передачі в один або більше концентраторних пристроїв. В іншому прикладі перетворення повідомлень (наприклад, кодування та декодування) між двостороннім кодованим форматом та текстовим форматом виконується модулем черги 408. Модуль зв'язку 406 передає прийняті повідомлення, включаючи прийняті повідомлення, які перетворюються з двійкового кодованого формату в текстовий формат, в чергу модуля черги 408.

Модуль черги 408 має чергу, в якій повідомлення або дані з цих повідомлень зберігаються перед передачею на сервер додатків 118 або на модуль зв'язку 406. В одному прикладі, модуль черги 408 отримує дані датчиків та/або інші дані від модуля зв'язку 406, тимчасово зберігає дані датчиків та/або інші дані в своїй черзі, що очікує передачі, і передає повідомлення з цими даними датчиків та/або іншими даними (або просто даними датчиків та/або іншими даними) до бази даних сервера додатків 118 для зберігання в базі даних. В одному прикладі, модуль черги 408 перетворює дані в двійкових кодованих повідомленнях, отриманих від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 з двійкового кодованого формату в текстовий формат, такий як JavaScript Object Notation (JSON), і може перетворювати повідомлення з текстового формату або іншого формату в двійковий кодований формат для передачі в один або більше концентраторних пристроїв. В іншому прикладі перетворення повідомлень (наприклад, кодування та декодування) між двійковим кодованим форматом та текстовим форматом виконується модулем зв'язку 406.

Модуль конфігурації 410 керує конфігураціями та змінами конфігурації для одного або більше пристроїв 104-108 відстеження та одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 та передає конфігурації та зміни конфігурації до концентраторних пристроїв. Наприклад, модуль конфігурації 410 генерує ідентифікатор пристрою для конкретного відстежувального пристрою або конкретного

концентраторного пристрою, і конфігурацію або зміну конфігурації для конкретного відстежувального пристрою або конкретного концентраторного пристрою. Модуль конфігурації 410 ідентифікує або передає ідентифікатор пристрою та відповідну конфігурацію або зміну конфігурації для ідентифікатора пристрою для або до модуля зв'язку 406 для передачі від мережевого сервера 116A. Модуль конфігурації 410 може приймати конфігурації, зміни конфігурації та ідентифікатори пристроїв від сервера додатків 118. Модуль конфігурації 410 керує іншими процесами мережевого сервера 116A для конфігурацій та змін конфігурації для одного або більше пристроїв 104-108 відстеження та одного або більше концентраторних пристроїв 110-114, як далі обговорюється в цьому документі.

Додатковий модуль даних 412 необов'язково зберігає дані з одного або більше повідомлень в базі даних 414. Наприклад, мережевий сервер 116A може приймати дані датчиків від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114, які можуть включати дані датчиків та інші дані від концентраторних пристроїв та/або дані датчиків та інші дані від одного або більше пристроїв 104-108 відстеження. Модуль даних 412 ідентифікує дані датчика та відстежувальний пристрій або концентраторний пристрій, на який походять дані датчика (наприклад, з ідентифікатора пристрою, надісланого разом із повідомленням), і зберігає дані датчика з ідентифікатором пристрою вихідного пристрою в базі даних 414. Дані також можуть включати одні або більше даних датчиків (звітів датчиків) для кожного конкретного відстежувального пристрою в системі 102 відстеження активів, ідентифікатор відстежувального пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого прикріплений або пов'язаний відстежувальний пристрій, місцезнаходження відстежувального пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), позначку часу датчика відстежувального пристрою (звіту датчика), напругу акумулятора відстежувального пристрою, журнали активності цього відстежувального пристрою, температуру відстежувального пристрою та версію конфігурації відстежувального пристрою. Дані також можуть включати одні або більше даних датчиків для кожного конкретного концентраторного пристрою в системі 102 відстеження активів, ідентифікатор концентраторного пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого приєднаний, підключений або пов'язаний концентраторний пристрій, розташування концентраторного пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), доступні слоти конфігурації концентраторного пристрою, версію конфігурації концентраторного пристрою, зовнішнє джерело живлення концентраторного пристрою, якщо таке є, напругу живлення концентраторного пристрою та звіти датчика відстежувального пристрою концентраторного пристрою.

Додатковий модуль даних 412 також необов'язково отримує дані з бази даних 414 для передачі або обробки. Наприклад, мережевий сервер 116A може приймати запит на дані датчика або інші дані. Модуль даних 412 отримує дані для цих запитів з бази даних 414 і передає або надає ці дані в модуль зв'язку 406 для передачі запитувачому пристрою. Модуль даних 412 виконує та контролює аспекти зберігання та отримання даних з бази даних 414 мережевого сервера 116A, як далі обговорюється в цьому документі.

Додаткова база даних 414 може включати в себе базу даних структурованої мови запитів (SQL), базу даних реляційної системи управління базами даних (RDBMS) або інший тип системи управління базами даних, яка зберігає і передає дані щонайменше з однієї бази даних. Дані, що зберігаються в базі даних, можуть бути даними про активи, включаючи дані про один або більше пристроїв активів, які повинні відстежуватися системою відстеження, серед інших даних. Дані можуть включати ідентифікатор для одного або більше пристроїв активу, ім'я та/або інші метадані для одного або більше пристроїв активу, ідентифікатор для одного або більше пристроїв відстеження, ідентифікатор для одного або більше концентраторних пристроїв та/або дані датчиків, надані одним або більше пристроїв відстеження та/або одним або більше концентраторних пристроїв. Дані датчика можуть включати дані про температуру від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв, дані акселерометра від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв, дані про орієнтацію від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв, дані про вібрацію від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв, дані про напругу акумулятора від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв та дані про потужність сигналу від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв. Дані також можуть включати одні або більше даних датчиків (звітів датчиків) для кожного конкретного відстежувального пристрою в системі відстеження активів 102, ідентифікатор відстежувального пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого прикріплений або пов'язаний відстежувальний пристрій, місцезнаходження відстежувального пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), позначку часу датчика відстежувального пристрою (звіту датчика), напругу акумулятора відстежувального пристрою, журнали активності цього відстежувального пристрою, температуру відстежувального пристрою та версію конфігурації відстежувального пристрою. Дані також можуть включати одні або більше даних датчиків для кожного конкретного концентраторного пристрою в системі 102 відстеження активів, ідентифікатор концентраторного пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого приєднаний,

підключений або пов'язаний концентраторний пристрій, розташування концентраторного пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), доступні слоти конфігурації концентраторного пристрою, версію конфігурації концентраторного пристрою, зовнішнє джерело живлення концентраторного пристрою, якщо таке є, напругу живлення концентраторного пристрою та звіти датчика відстежувального пристрою концентраторного пристрою.

Пристрої введення/виведення (I/O) 416 є необов'язковими і включають в себе пристрої апаратного введення, щоб дозволити користувачеві взаємодіяти з функціями мережевого сервера 116A або іншим чином надавати вхідні дані мережевому серверу 116A. Приклади пристроїв введення включають мишу, клавіатуру, трекпад, сенсорний екран та/або інші пристрої введення. Пристрої введення також включають апаратні пристрої для прийому конфігурацій, змін конфігурації та інших даних, включаючи пристрої універсальної послідовної шини (USB), послідовні або паралельні пристрої, бездротові або дротові приймачі-передавачі та інші апаратні пристрої, що використовуються для прийому даних та програмування на обчислювальному пристрої. Пристрої введення/виведення 416 також включають в себе один або більше пристроїв виведення, таких як дисплей або друкарський пристрій.

Мережевий сервер 116A включає в себе один або більше приймачів-передавачів 418 або інших інтерфейсів зв'язку для передачі повідомлень і прийому повідомлень від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 і передачі повідомлень і прийому повідомлень від сервера додатків 118. В одному прикладі, приймач-передавач 418 мережевого сервера 116A включає в себе стільниковий приймач-передавач (наприклад, приймач-передавач LTE-M), приймач-передавач вузькосмугового Інтернету речей (NB-IoT), приймач-передавач бездротової або дротової широкосмугової мережі, приймач-передавач бездротової або дротової вузькосмугової мережі, приймач-передавач з'єднання Bluetooth, приймач-передавач з'єднання Bluetooth з низькою енергією (BLE), приймач-передавач мережі WiFi, приймач-передавач мережі LoRa та/або інший приймач-передавач бездротової або дротової мережі для передачі повідомлень і прийому повідомлень від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114. В іншому прикладі, приймально-передавальний пристрій(-ої) 418 мережевого сервера 116A включає в себе інший бездротовий або дротовий приймально-передавальний пристрій або інший інтерфейс зв'язку для передачі повідомлень і прийому повідомлень від сервера додатків 118, наприклад, через Інтернет, інтранет, стільникову мережу, дротову або бездротову широкосмугову мережу, бездротову або дротову вузькосмугову мережу або іншу пакетну мережу.

Силова система 420 живить мережевий сервер 116A. Силова система 420 може бути, наприклад, джерелом живлення змінного струму та/або джерелом живлення постійного струму.

Фігура 5

Фігура 5 зображує прикладний варіант здійснення сервера додатків 118A. Сервер додатків 118A включає в себе один або більше процесорів 502 і машинозчитувані носії (CRM) 504. Процесор 502 виконує машинозчитувані виконувані інструкції в одному або декількох модулях 506-512 для створення, передачі і прийому повідомлень, обробки повідомлень і даних, опціонально зберігання даних в необов'язковій базі даних/пам'яті 514 і опціонально отримання даних з бази даних/пам'яті. Процесор 502 є апаратним.

CRM 504 зберігає дані та машинозчитувані виконувані інструкції модулів 506-512. CRM 504 може включати енергозалежну та/або енергонезалежну пам'ять, наприклад, комп'ютерно-зчитуваний носій даних, такий як кеш, оперативна пам'ять (RAM), пам'ять тільки для читання (ROM), флеш-пам'ять та/або іншу пам'ять для зберігання даних та/або комп'ютерно-зчитувані виконувані інструкції, такі як один або більше модулів 506-512 або частину або компонент одного або більше модулів. У прикладі на Фігурі 5 модулі включають модуль зв'язку 506, модуль конфігурації та управління пристроєм 508, модуль інтерфейсу користувача 510 та модуль даних 512. CRM 504 є апаратним.

Модуль зв'язку 506 управляє прийомом і передачею повідомлень для мережевого сервера 118A, як далі обговорюється в цьому документі. Модуль зв'язку 506 приймає один або більше повідомлень від мережевого сервера 116, одного або більше клієнтських обчислювальних пристроїв 120-122 і одного або більше мобільних пристроїв 124-126. В одному аспекті, модуль зв'язку 506 передає конфігурації та зміни конфігурації на мережевий сервер разом з ідентифікаторами пристроїв для пристроїв, на які повинні бути передані конфігурації та зміни конфігурації, і на які конфігурації та зміни конфігурації повинні бути встановлені або реалізовані. В іншому аспекті модуль зв'язку 506 передає одне або більше повідомлень для інтерфейсу користувача, згенерованого модулем інтерфейсу користувача 510, одному або більше клієнтським обчислювальним пристроям і приймає одне або більше повідомлень від клієнтських обчислювальних пристроїв, включаючи запити на дані та отримання конфігурацій та змін конфігурації. Модуль зв'язку 506 отримує дані з бази даних 514 для виконання запитів даних і передає отримані дані до бази даних. В іншому аспекті модуль зв'язку 506 приймає запити даних від програми на одному або більше мобільних пристроях 124-126, отримує дані з бази даних 514 для цих запитів даних і передає отримані дані до програми мобільного пристрою. В іншому аспекті модуль зв'язку 506 приймає дані від програми на одному або більше мобільних

пристроях 124-126 і зберігає дані в базі даних 514.

Модуль конфігурації та управління пристроями 508 керує конфігураціями та змінами конфігурації для одного або більше пристроїв відстеження 104-108 та одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 та передає конфігурації та зміни конфігурації до концентраторних пристроїв через модуль зв'язку 506. Наприклад, модуль конфігурації та управління пристроями 508 генерує ідентифікатор пристрою для конкретного відстежувального пристрою або конкретного концентраторного пристрою і конфігурацію або зміну конфігурації для конкретного відстежувального пристрою або конкретного концентраторного пристрою і передає ці дані в модуль зв'язку 506. Модуль конфігурації та управління пристроями 508 ідентифікує або передає ідентифікатор пристрою та пов'язану конфігурацію або зміну конфігурації для ідентифікатора пристрою для або до модуля зв'язку 506 для передачі від сервера додатків 118А до мережевого сервера 118. В одному прикладі ідентифікатор пристрою та зміни конфігурації або конфігурації приймаються від модуля інтерфейсу користувача 510 і пов'язані користувачем зі зміною конфігурації або конфігурації. Модуль конфігурації та управління пристроями 508 керує списком всіх пристроїв 104-108 відстеження та концентраторних пристроїв 110-114 в системі активів 102.

Модуль інтерфейсу користувача 510 містить інтерфейс користувача веб-сайту для з'єднання з одним або декількома клієнтськими обчислювальними пристроями 120-122 і, за бажанням, з одним або декількома мобільними пристроями 125-126, і цей інтерфейс користувача веб-сайту дозволяє клієнтським обчислювальним пристроям 120-122 і, за бажанням, одному або декільком мобільним пристроям 125-126 переглядати, маніпулювати та/або керувати даними активів, даними датчиків та іншими даними для пристроїв 104-108 відстеження, концентраторних пристроїв 110-114 і пристроїв активів 128-132 і 136, включаючи дані, розглянуті вище.

Модуль інтерфейсу користувача 510 дозволяє одному або декільком користувачам вводити дані та інструкції та переглядати дані та інструкції для процесів сервера додатків 118А. Наприклад, інтерфейс користувача може бути згенерований модулем інтерфейсу користувача 510 до підключення клієнтського обчислювального пристрою 120 або 122 через мережеве з'єднання або до підключеного дисплея для перегляду даних датчиків та інших даних, конфігурацій, змін конфігурації, стану, станів та інформації пристроїв відстеження 104-108, концентраторних пристроїв 110-114 та пристроїв активів 128-132 та 136 та іншої інформації про систему відстеження активів 102 та отримання конфігурацій, змін конфігурації, ідентифікаторів пристроїв, інструкцій щодо конкретних дій, які слід вжити для конкретних пристроїв у системі відстеження активів, даних для конкретних пристроїв у системі відстеження активів або перегляду або введення спеціального значення зсуву (значення зсуву сервера додатків) для значення рейтингу якості з'єднання для одного або більше концентраторних пристроїв.

Модуль даних 512 зберігає дані з одного або більше повідомлень в базі даних 514. Наприклад, сервер додатків 118А може приймати дані датчиків від одного або більше концентраторних пристроїв 110-114 через мережевий сервер 116, які можуть включати дані датчиків та інші дані від концентраторних пристроїв та/або дані датчиків та інші дані від одного або більше пристроїв 104-108 відстеження. Модуль даних 512 ідентифікує дані датчика та відстежувальний пристрій або концентраторний пристрій, на який походять дані датчика (наприклад, з ідентифікатора пристрою, надісланого разом із повідомленням), і зберігає дані датчика з ідентифікатором пристрою вихідного пристрою в базі даних 514. Дані також можуть включати одні або більше даних датчиків (звітів датчиків) для кожного конкретного відстежувального пристрою в системі 102 відстеження активів, ідентифікатор відстежувального пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого прикріплений або пов'язаний відстежувальний пристрій, місцезнаходження відстежувального пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), позначку часу датчика відстежувального пристрою (звіту датчика), напругу акумулятора відстежувального пристрою, журнали активності цього відстежувального пристрою, температуру відстежувального пристрою та версію конфігурації відстежувального пристрою. Дані також можуть включати одні або більше даних датчиків для кожного конкретного концентраторного пристрою в системі 102 відстеження активів, ідентифікатор концентраторного пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого приєднаний, підключений або пов'язаний концентраторний пристрій, розташування концентраторного пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), доступні слоти конфігурації концентраторного пристрою, версію конфігурації концентраторного пристрою, зовнішнє джерело живлення концентраторного пристрою, якщо таке є, напругу живлення концентраторного пристрою та звіти датчика відстежувального пристрою концентраторного пристрою.

Модуль 512 даних також отримує дані з бази даних 514. Наприклад, сервер додатків 118А може приймати запит на дані датчиків або інші дані від одного або більше клієнтських обчислювальних пристроїв 120-122. Модуль даних 512 отримує дані для цих запитів з бази даних 514 і передає або надає ці дані в модуль зв'язку 506, або модуль користувацького інтерфейсу 410 для передачі запитувачому пристрою. Модуль даних 512 виконує та контролює аспекти зберігання та отримання даних з бази даних 514 сервера додатків 118А, як далі обговорюється в цьому документі.

База даних 514 може включати в себе базу даних структурованої мови запитів (SQL), базу даних реляційної системи управління базами даних (RDBMS) або інший тип системи управління базами даних, яка зберігає і передає дані щонайменше з однієї бази даних. Дані, що зберігаються в базі даних, можуть бути даними про активи, включаючи дані про один або більше пристроїв активів, які повинні відстежуватися системою відстеження, серед інших даних. Дані можуть включати ідентифікатор для одного або більше пристроїв активу, ім'я та/або інші метадані для одного або більше пристроїв активу, ідентифікатор для одного або більше пристроїв відстеження, ідентифікатор для одного або більше концентраторних пристроїв та/або дані датчиків, надані одним або більше пристроїв відстеження та/або одним або більше концентраторних пристроїв. Дані датчика можуть включати дані про температуру від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв, дані акселерометра від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв, дані про орієнтацію від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв, дані про вібрацію від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв, дані про напругу акумулятора від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв та дані про потужність сигналу від одного або більше пристроїв відстеження та/або одного або більше концентраторних пристроїв. Дані також можуть включати одні або більше даних датчиків (звітів датчиків) для кожного конкретного відстежувального пристрою в системі відстеження активів 102, ідентифікатор відстежувального пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого прикріплений або пов'язаний відстежувальний пристрій, місцезнаходження відстежувального пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), позначку часу датчика відстежувального пристрою (звіту датчика), напругу акумулятора відстежувального пристрою, журнали активності цього відстежувального пристрою, температуру відстежувального пристрою та версію конфігурації відстежувального пристрою. Дані також можуть включати одні або більше даних датчиків для кожного конкретного концентраторного пристрою в системі 102 відстеження активів, ідентифікатор концентраторного пристрою, ідентифікацію пристрою активу, до якого приєднаний, підключений або пов'язаний концентраторний пристрій, розташування концентраторного пристрою (наприклад, широта і довгота або координати GPS), доступні слоти конфігурації концентраторного пристрою, версію конфігурації концентраторного пристрою, зовнішнє джерело живлення концентраторного пристрою, якщо таке є, напругу живлення концентраторного пристрою та звіти датчика відстежувального пристрою концентраторного пристрою.

Пристрої введення/виведення (I/O) 516 є необов'язковими і включають в себе пристрої апаратного введення, щоб дозволити користувачеві взаємодіяти з функціями сервера додатків 118A або іншим чином надавати вхідні дані серверу додатків 118A. Приклади пристроїв введення включають мишу, клавіатуру, трекпад, сенсорний екран та/або інші пристрої введення. Пристрої введення також включають апаратні пристрої для прийому конфігурацій, змін конфігурації та інших даних, включаючи пристрої універсальної послідовної шини (USB), послідовні або паралельні пристрої, бездротові або дротові приймачі-передавачі та інші апаратні пристрої, що використовуються для прийому даних та програмування на обчислювальному пристрої. Пристрої введення/виведення 516 також включають в себе один або більше пристроїв виведення, таких як дисплей або друкарський пристрій.

Сервер додатків 118A включає в себе один або більше приймачів 518 або інших інтерфейсів зв'язку для передачі повідомлень і прийому повідомлень від мережевого сервера 116, одного або більше клієнтських обчислювальних пристроїв 120-122 і одного або більше мобільних пристроїв 124-126. В одному прикладі, приймально-передавальний пристрій 518 сервера додатків 118A включає в себе бездротовий або дротовий приймально-передавальний пристрій або інший інтерфейс зв'язку для передачі і прийому повідомлень від дротової або бездротової мережі, такої як стільникова мережа, вузькосмугова мережа Інтернету речей (NB-IoT), бездротова або дротова широкосмугова мережа, бездротова або дротова вузькосмугова мережа, Інтернет, інтрамережа, інша дротова або бездротова пакетна мережа, або інша дротова або бездротова мережа зв'язку, а також різні їх комбінації.

Силова система 520 живить сервер додатків 118A. Силова система 520 може бути, наприклад, джерелом живлення змінного струму та/або постійного струму.

Фігура 6

Фігура 6 зображує приклад втілення процесу запиту на з'єднання рівня передачі потужності зв'язку 602 відстежувального пристрою для послідовного збільшення рівнів передачі потужності зв'язку, щоб спробувати з'єднатися з одним або декількома концентраторними пристроями. Процес запиту на з'єднання рівня передачі потужності 602 є одним з аспектів процесу з'єднання, що виконується, наприклад, модулем з'єднання 212 відстежувального пристрою 104.

У процесі запиту на з'єднання рівнів передачі потужності 602 відстежувальний пристрій 104 намагається зв'язатися з сусіднім концентраторним пристроєм 110-114, використовуючи послідовне збільшення рівнів передачі потужності зв'язку. На етапі 604 модуль з'єднання 212 відстежувального пристрою 104 генерує перше повідомлення (наприклад, запит на з'єднання) для передачі приймачем(ами) 218 на першому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -4 децибел-міліват

(дБм)) у перший час часу завершення з'єднання. Наприклад, перший раз може бути нульовою хвилиною п'ятихвилинного часу або іншим вибраним часом завершення з'єднання, протягом якого з'єднання має бути завершено. Процес з'єднання 602 може запускати таймер звіту про з'єднання на початку процесу з'єднання (наприклад, в нульовий час) і підтримувати, підраховувати або час, що минув за вибраний час завершення з'єднання (наприклад, п'ять хвилин або інший вибраний час завершення з'єднання).

На етапі 606, якщо відстежувальний пристрій 104 отримує відповідь на перше повідомлення (наприклад, відповідь на з'єднання) від концентраторного пристрою 110-114, відстежувальний пристрій необов'язково збільшує рівень передачі потужності зв'язку до другого рівня передачі потужності зв'язку (наприклад, +2dBm) і передає свої дані датчика на відповідаючий концентраторний пристрій (або відповідаючий концентраторний пристрій з найкращим станом/PQ RV) (наприклад, у звіті датчика) з ідентифікатором пристрою відповідаючого концентраторного пристрою по каналу даних, призначеному відповідаючим концентраторним пристроєм у відповіді відповідаючого концентраторного пристрою на першому або необов'язково другому рівні передачі потужності зв'язку на етапі 608. Відстежувальний пристрій 104 отримує підтвердження (наприклад, підтвердження звіту датчика) на 610 від відповідаючого концентраторного пристрою, коли відповідаючий концентраторний пристрій отримує дані датчика. Відстежувальний пристрій 104 з'єднується з відповідаючим концентраторним пристроєм і може передавати додаткові дані датчиків (наприклад, у звітах датчиків) до з'єданого концентраторного пристрою або отримувати конфігурації та зміни конфігурації від з'єданого концентраторного пристрою. Альтернативно, відстежувальний пристрій 104 може з'єднуватися з іншим центральним пристроєм для передачі додаткових даних датчиків (наприклад, у звітах датчиків).

Однак, якщо відстежувальний пристрій 104 не приймає відповідь на перше повідомлення (наприклад, відповідь на з'єднання) на етапі 606, відстежувальний пристрій збільшує рівень передачі потужності до другого рівня передачі потужності зв'язку (наприклад, +2dBm) і передає друге повідомлення (наприклад, запит на з'єднання) на другому рівні передачі потужності зв'язку на етапі 612 у другий час часу завершення з'єднання. Наприклад, другий раз може бути першою хвилиною п'ятихвилинного часу або іншим вибраним часом завершення з'єднання, протягом якого з'єднання має бути завершено.

На етапі 614, якщо відстежувальний пристрій 104 отримує відповідь на друге повідомлення (наприклад, відповідь на з'єднання) від концентраторного пристрою 110-114, відстежувальний пристрій необов'язково збільшує рівень передачі потужності зв'язку до третього рівня передачі потужності зв'язку (наприклад, +8dBm) і передає свої дані датчика на відповідаючий концентраторний пристрій (або відповідаючий концентраторний пристрій з найкращим станом/PQ RV) (наприклад, у звіті датчика) з ідентифікатором пристрою відповідаючого концентраторного пристрою по каналу даних, призначеному відповідаючим концентраторним пристроєм у відповіді відповідаючого концентраторного пристрою на другому або необов'язково третьому рівні передачі потужності зв'язку на етапі 616. Відстежувальний пристрій 104 отримує підтвердження (наприклад, підтвердження звіту датчика) на 618 від відповідаючого концентраторного пристрою, коли відповідаючий концентраторний пристрій отримує дані датчика. Відстежувальний пристрій 104 з'єднується з відповідаючим концентраторним пристроєм і може передавати додаткові дані датчиків (наприклад, у звітах датчиків) до з'єданого концентраторного пристрою або отримувати конфігурації та зміни конфігурації від з'єданого концентраторного пристрою. Альтернативно, відстежувальний пристрій 104 може з'єднуватися з іншим центральним пристроєм для передачі додаткових даних датчиків (наприклад, у звітах датчиків).

Однак, якщо відстежувальний пристрій 104 не приймає відповідь на друге повідомлення (наприклад, відповідь на з'єднання) на етапі 614, відстежувальний пристрій збільшує рівень передачі потужності до третього рівня передачі потужності зв'язку (наприклад, +8dBm) і передає третє повідомлення (наприклад, запит на з'єднання) на третьому рівні передачі потужності зв'язку на етапі 620 у третій час часу завершення з'єднання. Наприклад, третій раз може бути другою хвилиною п'ятихвилинного часу або іншим вибраним часом завершення з'єднання, протягом якого з'єднання має бути завершено.

На етапі 622, якщо відстежувальний пристрій 104 отримує відповідь на третє повідомлення (наприклад, відповідь на з'єднання) від концентраторного пристрою 110-114, відстежувальний пристрій необов'язково збільшує рівень передачі потужності зв'язку до четвертого рівня передачі потужності зв'язку (наприклад, +14dBm) і передає свої дані датчика на відповідаючий концентраторний пристрій (або відповідаючий концентраторний пристрій з найкращим станом/PQ RV) (наприклад, у звіті датчика) з ідентифікатором пристрою відповідаючого концентраторного пристрою по каналу даних, призначеному відповідаючим концентраторним пристроєм у відповіді відповідаючого концентраторного пристрою на третьому або необов'язково четвертому рівні передачі потужності зв'язку на етапі 624. Відстежувальний пристрій 104 отримує підтвердження (наприклад, підтвердження звіту датчика) на 626 від відповідаючого концентраторного пристрою, коли відповідаючий

концентраторний пристрій отримує дані датчика. Відстежувальний пристрій 104 з'єднується з відповідаючим концентраторним пристроєм і може передавати додаткові дані датчиків (наприклад, у звітах датчиків) до з'єданого концентраторного пристрою або отримувати конфігурації та зміни конфігурації від з'єданого концентраторного пристрою. Альтернативно, відстежувальний пристрій 104 може з'єднуватися з іншим центральним пристроєм для передачі додаткових даних датчиків (наприклад, у звітах датчиків).

Однак, якщо відстежувальний пристрій 104-108 не приймає відповідь на третє повідомлення (наприклад, відповідь на з'єднання) на 622, відстежувальний пристрій збільшує рівень передачі потужності до четвертого рівня передачі потужності зв'язку (наприклад, +14dBm) і передає четверте повідомлення (наприклад, запит на з'єднання) на четвертому рівні передачі потужності зв'язку на 628 в четвертий час часу завершення з'єднання. Наприклад, четвертий раз може бути третьою хвилиною п'ятихвилинного часу або іншим вибраним часом завершення з'єднання, протягом якого з'єднання має бути завершено.

На етапі 630, якщо відстежувальний пристрій 104 отримує відповідь на четверте повідомлення (наприклад, відповідь на з'єднання) від концентраторного пристрою 110-114, відстежувальний пристрій необов'язково збільшує рівень передачі потужності зв'язку до п'ятого рівня передачі потужності зв'язку (наприклад, +20dBm) або підтримує четвертий рівень передачі зв'язку, якщо це максимальний рівень передачі потужності, і передає свої дані датчика на відповідаючий концентраторний пристрій (або відповідаючий концентраторний пристрій з найкращим станом/PQ RV) (наприклад, у звіті датчика) з ідентифікатором пристрою відповідаючого концентраторного пристрою по каналу даних, призначеному відповідаючим концентраторним пристроєм у відповіді відповідаючого концентраторного пристрою на четвертому або необов'язково п'ятому рівні передачі потужності зв'язку на етапі 632. Відстежувальний пристрій 104 отримує підтвердження (наприклад, підтвердження звіту датчика) на 634 від відповідаючого концентраторного пристрою, коли відповідаючий концентраторний пристрій отримує дані датчика. Відстежувальний пристрій 104 з'єднується з відповідаючим концентраторним пристроєм і може передавати додаткові дані датчиків (наприклад, у звітах датчиків) до з'єданого концентраторного пристрою або отримувати конфігурації та зміни конфігурації від з'єданого концентраторного пристрою. Альтернативно, відстежувальний пристрій 104 може з'єднуватися з іншим центральним пристроєм для передачі додаткових даних датчиків (наприклад, у звітах датчиків).

Однак, якщо відстежувальний пристрій 104-108 не отримує відповідь на четверте повідомлення (наприклад, відповідь на з'єднання) від центрального пристрою 110-114 на етапі 630, відстежувальний пристрій припиняє процес на етапі 636, чекає вибраного періоду очікування або протягом вибраного інтервалу очікування і повторює процес з'єднання 602.

В одному прикладі, період очікування - це час, що залишився від обраного часу завершення з'єднання, який є різницею між обраним часом завершення з'єднання та часом, що минув від початку поточного процесу з'єднання 602. В іншому прикладі вибраний період очікування або вибраний інтервал очікування становить від тридцяти секунд до 700 хвилин. В іншому прикладі вибраний період очікування або вибраний інтервал очікування починається з чотирьох хвилин. В іншому прикладі вибраний період очікування або вибраний інтервал очікування залежить від кількості вже зроблених спроб з'єднання (наприклад, зі збільшенням інтервалу для кожної послідовної спроби повторення або зі зменшенням інтервалу для кожної спроби повторення). В іншому прикладі вибраний інтервал очікування - це різниця між поточним часом і наступним інтервалом звітності. В іншому прикладі, відстежувальний пристрій 14-108 чекає до наступного звітного інтервалу або наступної активності датчика відстежувального пристрою 104, щоб спробувати з'єднатися з концентраторним пристроєм 110-114.

Після 634 відстежувальний пристрій припиняє процес на 638 і чекає до наступного інтервалу звітності або до появи наступної активності датчика відстежувального пристрою 104.

Звичайно, відстежувальний пристрій 104 може бути сконфігурований для передачі більше або менше чотирьох запитів на з'єднання (наприклад, числа між 1 і 20), перш ніж чекати обраного інтервалу очікування і повторювати спробу з'єднання з концентраторним пристроєм 110-114 або припинення процесу. Відстежувальний пристрій 104 також може бути сконфігурований для передачі запитів на з'єднання на різних послідовних рівнях передачі потужності. Наприклад, відстежувальний пристрій 104-108 може бути сконфігурований для передачі послідовних запитів на з'єднання з рівним збільшенням рівня передачі потужності, таким як збільшення на +2 дБм, +3 дБм, +4 дБм або інше значення між +1 дБм і +10 дБм для кожного послідовного запиту на з'єднання до тих пір, поки відстежувальний пристрій успішно не з'єднається з концентратором 110-114 або відстежувальний пристрій не припинить передавати запити на з'єднання, як описано в цьому документі. Альтернативно, відстежувальний пристрій 104 може бути сконфігурований для передачі послідовних запитів на з'єднання при нерівномірному рівні передачі потужності, такому як збільшення на +2 дБм, потім на +3 дБм, потім на +6 дБм, потім на +3 дБм, а потім на +4 дБм або різні значення для послідовного рівня передачі потужності зв'язку до тих пір, поки відстежувальний пристрій успішно не з'єднається з

концентраторним пристроєм 110-114 або відстежувальний пристрій не припинить передавати запити на з'єднання, як описано в цьому документі.

Фігури 7-8

На Фігурах 7-8 показаний приклад втілення процесу таймера звіту про з'єднання та пов'язаних дій для процесу з'єднання, який повинен бути завершений за вибраний час завершення з'єднання. Процес таймера звіту про з'єднання 702 є одним з аспектів процесу з'єднання, який виконується, наприклад, модулем з'єднання 212 відстежувального пристрою 104. Наприклад, процес звіту про з'єднання 702 за Фігурами 7-8 може бути використаний у поєднанні з процесом запиту на з'єднання 602 за Фігурою 6 та/або процесом з'єднання 1202 за Фігурою 12.

Згідно з Фігурою 7, процес звіту про з'єднання 702 запускає таймер звіту про з'єднання на початку процесу з'єднання (наприклад, в нульовий час) і підтримує, підраховує або помножує час, що минув для таймера звіту про з'єднання, до обраного часу завершення з'єднання (наприклад, п'ять хвилин або інший вибраний час завершення з'єднання). В перший час (наприклад, нульовий час) сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208. Потім модуль з'єднання 212 відстежувального пристрою 104 запускає таймер звіту про з'єднання процесу 702. Відстежувальний пристрій 104 передає перший запит на з'єднання на першому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -8 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання протягом періоду сну. Час між (а) першим зчитуванням датчика і першим запитом на з'єднання передається в процесі 702 і (b) другим зчитуванням датчика необов'язково і другим запитом на з'єднання передається період повторної спроби з'єднання, який в цьому випадку становить одну хвилину. Час між передачею запиту на з'єднання та інтервалом таймера наступного звіту є періодом сну на Фігурі 7.

Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на перший запит на з'єднання до кінця періоду сну. Отже, відстежувальний пристрій 104 необов'язково зчитує свій датчик і передає другий запит на з'єднання на другому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -2 дБм) у другий час (наприклад, одну хвилину) таймера звіту про з'єднання і чекає отримання відповіді на з'єднання протягом періоду сну. Якщо відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання протягом періоду повторення запиту на з'єднання або періоду сну, відстежувальний пристрій передасть інший запит на з'єднання під час наступного періоду повторення запиту на з'єднання та на наступному рівні передачі потужності зв'язку.

У прикладі на Фігурі 7, відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на свій другий запит на з'єднання під час другого періоду повторення запиту на з'єднання або періоду сну. Отже, відстежувальний пристрій 104 необов'язково зчитує свій датчик і передає третій запит на з'єднання на третьому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +4 дБм) в третій час (наприклад, дві хвилини) таймера звіту про з'єднання і чекає отримання відповіді на з'єднання протягом періоду сну.

Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на третій запит на з'єднання протягом третього періоду повторення запиту на з'єднання або періоду сну. Отже, відстежувальний пристрій 104 необов'язково зчитує свій датчик і передає четвертий запит на з'єднання на четвертому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +10 дБм) в четвертий час (наприклад, три хвилини) таймера звіту про з'єднання і чекає отримання відповіді на з'єднання протягом періоду сну.

Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на четвертий запит на з'єднання під час періоду повторення четвертого запиту на з'єднання або періоду сну. Отже, відстежувальний пристрій 104 необов'язково зчитує свій датчик і передає п'ятий запит на з'єднання на п'ятому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +16 дБм або на четвертому рівні передачі потужності зв'язку, якщо четвертий рівень передачі потужності зв'язку є максимальним рівнем передачі потужності зв'язку) в п'ятий раз (наприклад, чотири хвилини) таймера звіту про з'єднання і чекає отримання відповіді на з'єднання протягом періоду сну. Таймер звіту про з'єднання закінчується в момент завершення розпізнавання, який в цьому випадку становить п'ять хвилин, і процес 702 завершується. Процес 702 необов'язково чекає періоду очікування і перезапускає процес.

Згідно з Фігурою 8, процес звіту про з'єднання 802 запускає таймер звіту про з'єднання на початку процесу запиту на з'єднання (наприклад, в нульовий час) і підтримує, підраховує або помножує час, що минув для таймера звіту про з'єднання, до обраного часу завершення з'єднання (наприклад, п'ять хвилин або інший вибраний час завершення з'єднання). В перший час (наприклад, нульовий час) сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208. Потім модуль з'єднання 212 відстежувального пристрою 104 запускає таймер звіту про з'єднання процесу 802. Відстежувальний пристрій 104 передає перший запит на з'єднання на першому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -8 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання протягом періоду сну.

Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на перший запит на з'єднання до кінця першого періоду сну. Отже, відстежувальний пристрій 104 необов'язково зчитує свій датчик і передає другий запит на з'єднання на другому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -2 дБм) у другий час (наприклад, одну хвилину) таймера звіту про з'єднання і чекає отримання відповіді на з'єднання протягом періоду сну. Відстежувальний пристрій 104 отримує відповідь на з'єднання під час

періоду повторної спроби з'єднання або періоду сну від відповідаючого концентраторного пристрою, і відстежувальний пристрій передає свої дані датчика та ідентифікатор пристрою відповідаючого концентраторного пристрою відповідаючого концентраторного пристрою необов'язково на наступному більш високому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +4dBm) у звіті датчика по каналу даних, визначеному відповідаючим концентраторним пристроєм у відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 отримує підтвердження звіту датчика від відповідаючого концентраторного пристрою, і відстежувальний пристрій спить до наступного інтервалу звітування або активності датчика відстежувального пристрою.

Фігура 9

Фігура 9 зображує приклад втілення процесу звітування даних датчиків 902 у відстежувальному пристрої, сконфігурованому для режиму пробудження під час активності та пов'язаних дій. У цьому прикладі відстежувальний пристрій конфігурується з вибраним інтервалом зчитування датчика (наприклад, кожна хвилина), вибраним інтервалом звітності даних датчика (наприклад, кожні вісім хвилин або кратним кожні вісім хвилин до 720 хвилин) та обраним періодом тайм-ауту запиту на з'єднання (у цьому прикладі 500 мілісекунд). Період очікування запиту на з'єднання - це період часу, протягом якого пристрій 104-108 відстеження чекає після передачі запиту на з'єднання для отримання відповіді на з'єднання від концентраторного пристрою 110-114, перш ніж передати інший запит на з'єднання. У цьому прикладі обраний період очікування запиту на з'єднання становить 500 мілісекунд. Однак може бути вибраний інший період очікування запиту на з'єднання, наприклад 250 мілісекунд або період від 10 мілісекунд до 30 хвилин. Процес передачі даних датчиків 902 є одним з аспектів процесу, що виконується, наприклад, сенсорним модулем 210 і модулем з'єднання 212 відстежувального пристрою 104. Наприклад, процес звітності даних датчиків 902 на Фігурі 9 може бути використаний у поєднанні з процесом запиту на з'єднання 602 на Фігурі 6 та/або процесом з'єднання 1202 на Фігурі 12.

Згідно з Фігурою 9, процес звітності даних датчика 902 запускає таймер звітності даних датчика на початку процесу (наприклад, в нульовий час) і підтримує, підраховує або помножує час, що минув для таймера звітності даних датчика для вибраного інтервалу звітності даних датчика (наприклад, вісім хвилин або інший вибраний час завершення з'єднання). У перший час (наприклад, нульовий час) датчик 208 (наприклад, акселерометр) відстежувального пристрою 104 відчуває активність. Це призводить до переривання в сенсорному модулі 210 для зчитування датчика 208 і модуля з'єднання 212 відстежувального пристрою 104 для запуску процесу передачі даних датчика 902.

Відстежувальний пристрій 104 передає перший запит на з'єднання на першому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -8 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання протягом вибраного часового періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на перший запит на з'єднання до кінця періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає другий запит на з'єднання на другому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -2 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на другий запит на з'єднання до кінця обраного періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає третій запит на з'єднання на третьому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +4dBm) і чекає отримання відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на третій запит на з'єднання до кінця періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає четвертий запит на з'єднання на четвертому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +10 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на свій четвертий запит на з'єднання і спить (впадає в сплячий режим) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решти хвилини 0-1 таймера передачі даних датчика). У цьому прикладі відстежувальному пристрою 104 не вдається з'єднатися з концентраторним пристроєм 110-114.

Коли таймер звітності даних датчика досягає другого часу (наприклад, кінця першої хвилини періоду звітності 0-1 таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім спить (впадає в сплячку) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решти другої хвилини періоду звітності 1-2 таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає третього часу (наприклад, кінця 2 хвилини 1-2 періоду таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім спить (впадає в сплячку) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решта 2-3 періоду таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає четвертого часу (наприклад, кінця третьої хвилини періоду звітності 2-3 таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім спить (впадає в сплячку) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решти другої хвилини періоду звітності 3-4 таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає п'ятого часу (наприклад, кінця 4 хвилини 3-4 періоду таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім спить (впадає в

сплячку) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решта 5-6 періоду таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає шостого часу (наприклад, кінця 5-ої хвилини періоду звітності 5-6 таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім спить (впадає в сплячку) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решти періоду звітності 6-7 таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає сьомого часу (наприклад, кінця 6-ої хвилини 6-7 періоду таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім спить (впадає в сплячку) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решта 7-8 періоду таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає восьмого часу (наприклад, кінця хвилини 7 періоду 7-8 таймера звітності даних датчика), модуль з'єднання 212 намагається з'єднатися з концентраторним пристроєм 110-114 і передати дані датчика, зібрані в часи 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 і 7 (для загальної кількості восьми показників датчика) до концентраторного пристрою.

Щоб повідомити зібрані дані датчика, відстежувальний пристрій 104 передає перший запит на з'єднання на першому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -8 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання протягом обраного періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на перший запит на з'єднання до кінця періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає другий запит на з'єднання на другому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -2 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на другий запит на з'єднання до кінця обраного періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає третій запит на з'єднання на третьому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +4дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на третій запит на з'єднання до кінця періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає четвертий запит на з'єднання на четвертому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +10 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на свій четвертий запит на з'єднання і спить (впадає в сплячий режим) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решти хвилини 0-1 таймера передачі даних датчика). У цьому прикладі відстежувальному пристрою 104 не вдається з'єднатися з концентраторним пристроєм 110-114. Процес 902 продовжується.

Фігура 10

Фігура 10 зображує приклад втілення процесу звітування даних датчиків 1002 у відстежувальному пристрої, сконфігурованому для режиму таймера під час активності та пов'язаних дій. У цьому прикладі відстежувальний пристрій конфігурується з вибраним інтервалом зчитування датчика (наприклад, кожна хвилина), вибраним інтервалом звітності даних датчика (наприклад, кожні вісім хвилин або кратним кожні вісім хвилин до 720 хвилин) та обраним періодом тайм-ауту запиту на з'єднання (наприклад 500 мілісекунд). Період очікування запиту на з'єднання - це період часу, протягом якого пристрій 104-108 відстеження чекає після передачі запиту на з'єднання для отримання відповіді на з'єднання від концентраторного пристрою 110-114, перш ніж передати інший запит на з'єднання. У цьому прикладі обраний період очікування запиту на з'єднання становить 500 мілісекунд. Однак може бути вибраний інший період очікування запиту на з'єднання, наприклад 250 мілісекунд або період від 10 мілісекунд до 30 хвилин. Процес передачі даних датчиків 1002 є одним з аспектів процесу, що виконується, наприклад, сенсорним модулем 210 і модулем з'єднання 212 відстежувального пристрою 104. Наприклад, процес звітності даних датчиків 1002 на Фігурі 10 може бути використаний у поєднанні з процесом запиту на з'єднання 602 на Фігурі 6 та/або процесом з'єднання 1202 на Фігурі 12.

Згідно з Фігурою 10, процес звітності даних датчика 1002 запускає таймер звітності даних датчика на початку процесу (наприклад, в нульовий час) і підтримує, підраховує або помножує час, що минув для таймера звітності даних датчика для вибраного інтервалу звітності даних датчика (наприклад, вісім хвилин або інший вибраний час завершення з'єднання). В перший час (наприклад, нульовий час) сенсорний модуль 210 автоматично зчитує датчик 208, і модуль з'єднання 212 пристрою 104 відстеження починає процес передачі даних датчика 902.

Відстежувальний пристрій 104 передає перший запит на з'єднання на першому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -8 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання протягом вибраного часового періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на перший запит на з'єднання до кінця періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає другий запит на з'єднання на другому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -2 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на другий запит на з'єднання до кінця обраного періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає третій запит на з'єднання на третьому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +4дБм) і чекає отримання відповіді на

з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на третій запит на з'єднання до кінця періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає четвертий запит на з'єднання на четвертому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +10 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на свій четвертий запит на з'єднання і очікує протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решти хвилини 0-1 таймера передачі даних датчика). У цьому прикладі відстежувальному пристрою 104 не вдається з'єднатися з концентраторним пристроєм 110-114.

Коли таймер звітності даних датчика досягає другого часу (наприклад, кінця першої хвилини періоду звітності 0-1 таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім очікує (необов'язково спить) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решти другої хвилини періоду звітності 1-2 таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає третього часу (наприклад, кінця 2 хвилини 1-2 періоду таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім очікує (необов'язково спить) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решта 2-3 періоду таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає четвертого часу (наприклад, кінця третьої хвилини періоду звітності 2-3 таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім очікує (необов'язково спить) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решти другої хвилини періоду звітності 3-4 таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає п'ятого часу (наприклад, кінця 4 хвилини 3-4 періоду таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім очікує (необов'язково спить) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решта 5-6 періоду таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає шостого часу (наприклад, кінця 5-ої хвилини періоду звітності 5-6 таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім очікує (необов'язково спить) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решти періоду звітності 6-7 таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає сьомого часу (наприклад, кінця 6-ої хвилини 6-7 періоду таймера звітності даних датчика), сенсорний модуль 210 зчитує датчик 208, а потім очікує (необов'язково спить) протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решта 7-8 періоду таймера звітності даних датчика).

Коли таймер звітності даних датчика досягає восьмого часу (наприклад, кінця хвилини 7 періоду 7-8 таймера звітності даних датчика), модуль з'єднання 212 намагається з'єднатися з концентраторним пристроєм 110-114 і передати дані датчика, зібрані в часи 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 і 7 (для загальної кількості восьми показників датчика) до концентраторного пристрою.

Щоб повідомити зібрані дані датчика, відстежувальний пристрій 104 передає перший запит на з'єднання на першому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -8 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання протягом обраного періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на перший запит на з'єднання до кінця періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає другий запит на з'єднання на другому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, -2 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на другий запит на з'єднання до кінця обраного періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає третій запит на з'єднання на третьому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +4дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на третій запит на з'єднання до кінця періоду тайм-ауту запиту на з'єднання. Отже, відстежувальний пристрій 104 передає четвертий запит на з'єднання на четвертому рівні передачі потужності зв'язку (наприклад, +10 дБм) і чекає отримання відповіді на з'єднання. Відстежувальний пристрій 104 не отримує відповідь на з'єднання на свій четвертий запит на з'єднання і очікує протягом решти вибраного інтервалу зчитування датчика (наприклад, решти хвилини 0-1 таймера передачі даних датчика). У цьому прикладі відстежувальному пристрою 104 не вдається з'єднатися з концентраторним пристроєм 110-114. Процес 1002 продовжується.

Фігура 11

На Фігурі 11 зображений приклад втілення черги даних датчика процесу з'єднання відстежувального пристрою. Процес 1102 черги даних датчика з'єднання є одним з аспектів процесу з'єднання, який виконується, наприклад, модулем з'єднання 212 відстежувального пристрою 104. У цьому прикладі процес черги даних датчика з'єднання 1102 відстежувального пристрою 104 підтримує чергу з одним або більше показань датчика, які ще не були передані на концентраторний пристрій. Показання датчика (показання датчика) - це вимірювання, зроблені датчиком відстежувального пристрою в різний час, який може бути послідовним. Процес черги даних датчика з'єднання 1102 також повторно надсилає звіти даних датчика до вибраного концентраторного пристрою, якщо

підтвердження звіту датчика не приймається відстежувальним пристроєм від вибраного концентраторного пристрою. У цьому прикладі модуль з'єднання 212 налаштований з номером повторної спроби для кількості повторних спроб процесу черги даних датчика з'єднання 1102 може спробувати передати звіт датчика до вибраного концентраторного пристрою перед тим, як скасувати з'єднання з вибраним концентраторним пристроєм.

У прикладі на Фігурі 11 модуль з'єднання 212 відстежувального пристрою 104 запускає процес черги даних датчика з'єднання 1102, коли датчик відстежувального пристрою відчуває активність або поперемінно через інтервал звітування відстежувального пристрою 1104. На етапі 1106 відстежувальний пристрій 104 передає запит на з'єднання, необов'язково з мінімальним рейтинговим значенням якості з'єднання або мінімальним значенням стану. На етапі 1108 відстежувальний пристрій 104 отримує відповіді на з'єднання від декількох концентраторних пристроїв, і кожна відповідь на з'єднання містить ідентифікатор концентраторного пристрою, що відповідає, канал даних, по якому відстежувальний пристрій повинен передавати, і концентраторний пристрій, що відповідає, прийматиме дані датчика, значення рейтингу якості або значення стану з'єднання, а також RSSI запиту на з'єднання від відстежувального пристрою 104. На етапі 1110 відстежувальний пристрій 104 вибирає один з відповідаючих концентраторних пристроїв з найкращим значенням рейтингу якості з'єднання або найкращим значенням стану для з'єднання, і вибраний концентраторний пристрій необов'язково має значення рейтингу якості з'єднання або значення стану більше, ніж мінімальне значення рейтингу якості з'єднання або мінімальне значення стану, необхідне для відстежувального пристрою 104. На етапі 1112 відстежувальний пристрій 104 передає свої дані датчика та ідентифікатор вибраного концентраторного пристрою до вибраного концентраторного пристрою у повідомленні (наприклад, у звіті датчика) по каналу даних, призначеному вибраним концентраторним пристроєм у відповіді на з'єднання вибраного концентраторного пристрою.

На етапі 1114, якщо відстежувальний пристрій 104 отримує підтвердження звіту датчика від вибраного концентраторного пристрою, відстежувальний пристрій видає передані дані датчика зі своєї черги даних датчика на етапі 1116. На етапі 1118 відстежувальний пристрій 104 визначає, чи має черга даних датчика інші показання датчика. Якщо черга даних датчика не має інших показань датчика на 1118, передача даних датчика процесу черги даних датчика з'єднання 1102 закінчується на 1120.

На етапі 1118, якщо черга даних датчика має інші показання датчика, відстежувальний пристрій 104 передає свої наступні дані датчика з черги даних датчика та ідентифікатор обраного концентраторного пристрою до вибраного концентраторного пристрою у повідомленні (наприклад, у звіті датчика) по каналу даних, призначеному вибраним концентраторним пристроєм у відповідь на з'єднання вибраного концентраторного пристрою на етапі 1122. Потім процес повертається до 1114.

На етапі 1114, якщо відстежувальний пристрій 104 не отримує підтвердження звіту датчика від вибраного концентраторного пристрою (після того, як відстежувальний пристрій передає звіт датчика до вибраного концентраторного пристрою), відстежувальний пристрій збільшує номер повтору для кількості повторних спроб, відстежувальний пристрій може спробувати передати звіт датчика до вибраного концентраторного пристрою на етапі 1124 і визначає, чи поточний номер повтору дорівнює максимальному номеру повтору. Якщо номер повторної спроби не дорівнює максимальному номеру повторної спроби в 1124, процес 1102 переходить до 1112, де відстежувальний пристрій повторно передає дані датчика та ідентифікатор пристрою вибраного концентратора на вибраний концентраторний пристрій у повідомленні (наприклад, у звіті датчика) по каналу даних, призначеному вибраним концентраторним пристроєм у відповідь на з'єднання вибраного концентраторного пристрою. Якщо номер повторної спроби дорівнює максимальному номеру повторної спроби в 1124, відстежувальний пристрій 104 анулює з'єднання з вибраним концентраторним пристроєм в 1126 і перезапускає процес з'єднання.

Фігура 12

На Фігурі 12 зображений приклад втілення процесу з'єднання концентраторного пристрою. Процес з'єднання 1202 є одним з аспектів процесу з'єднання, який виконується, наприклад, модулем з'єднання 312 концентраторного пристрою 110.

На етапі 1204 концентраторний пристрій 110 отримує запит на з'єднання. Концентраторний пристрій 110 визначає значення рейтингу якості з'єднання або значення стану концентраторного пристрою на 1206. Концентраторний пристрій 110 передає значення рейтингу якості з'єднання або значення стану концентраторного пристрою, ідентифікатор концентраторного пристрою, канал передачі даних, по якому повинен передавати відстежувальний пристрій, і концентраторний пристрій прийматиме дані датчика від відстежувального пристрою (наприклад, звіт датчика), а RSSI запиту на з'єднання до відстежувального пристрою на 1208. Концентраторний пристрій 110 отримує дані датчика та ідентифікатор концентраторного пристрою від відстежувального пристрою (наприклад, у звіті датчика) по каналу даних, призначеному концентраторним пристроєм у його відповіді на з'єднання на 1210. Концентраторний пристрій 110 передає підтвердження (наприклад, підтвердження звіту датчика) на відстежувальний пристрій на 1212, щоб вказати, що концентраторний пристрій

отримав дані датчика (наприклад, звіт датчика). Концентраторний пристрій 110 потім може приймати інші звіти датчиків від з'єднаного відстежувального пристрою та/або передавати конфігурації або зміни конфігурації з'єднаному відстежуючому пристрою.

Вважається, що даний опис та багато його переваг будуть зрозумілі з попереднього опису, і буде очевидно, що різні зміни можуть бути внесені у форму, конструкцію або розташування компонентів без відхилення від розкритого об'єкта або без шкоди для всіх його матеріальних переваг. Описана форма є пояснювальною, і наведена далі формула винаходу охоплює та включає очевидні зміни, які можуть бути внесені.

Хоча даний опис був здійснений з посиланням на різні варіанти реалізації винаходу, ці варіанти реалізації винаходу є ілюстративними, і обсяг винаходу не обмежується ними. В цілому, варіанти реалізації винаходу відповідно до цього опису були описані в контексті конкретних реалізацій. Варіації, модифікації, доповнення та поліпшення можливі без відходу від обсягу винаходу. Функціональність може бути розділена або об'єднана в блоки по-різному в різних варіантах реалізації винаходу або описана з різною термінологією. Ці та інші варіації, модифікації, доповнення та вдосконалення можуть підпадати під обсяг винаходу, як визначено в наведеній далі формулі винаходу.

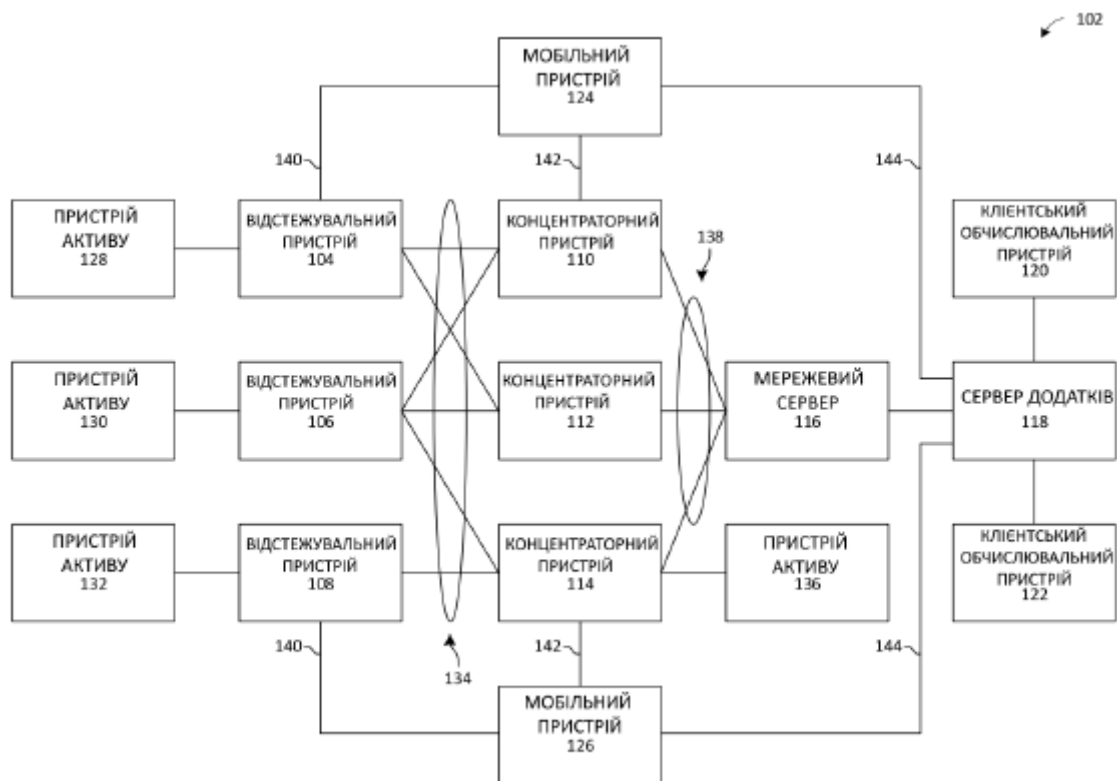


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

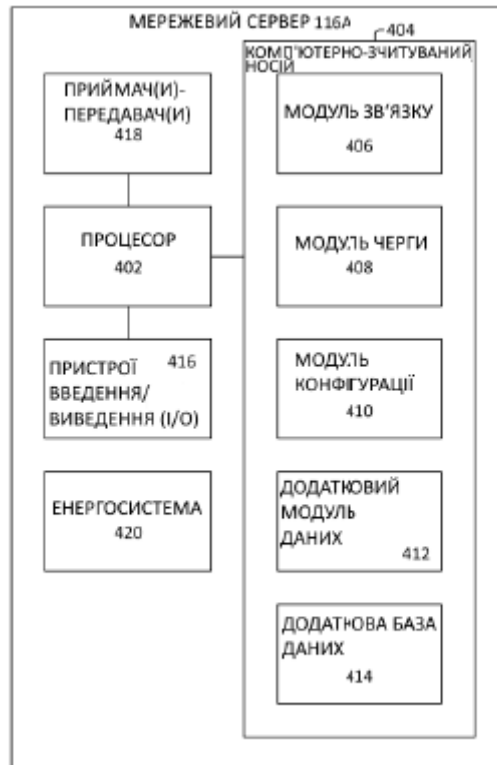


Fig. 4

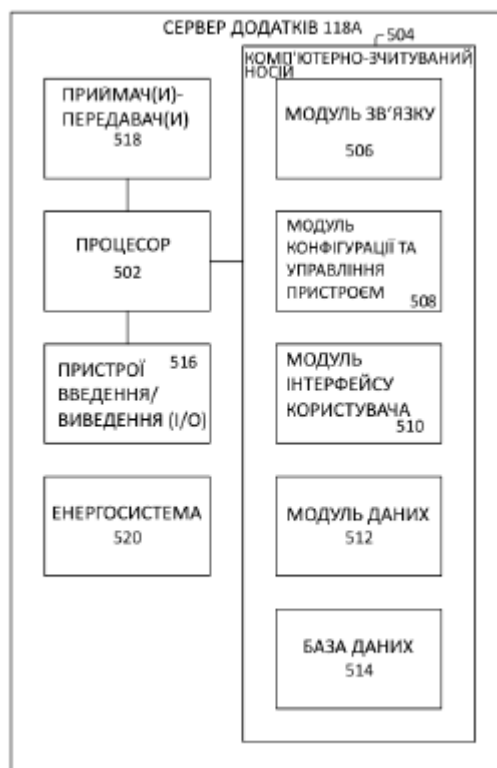


Fig. 5

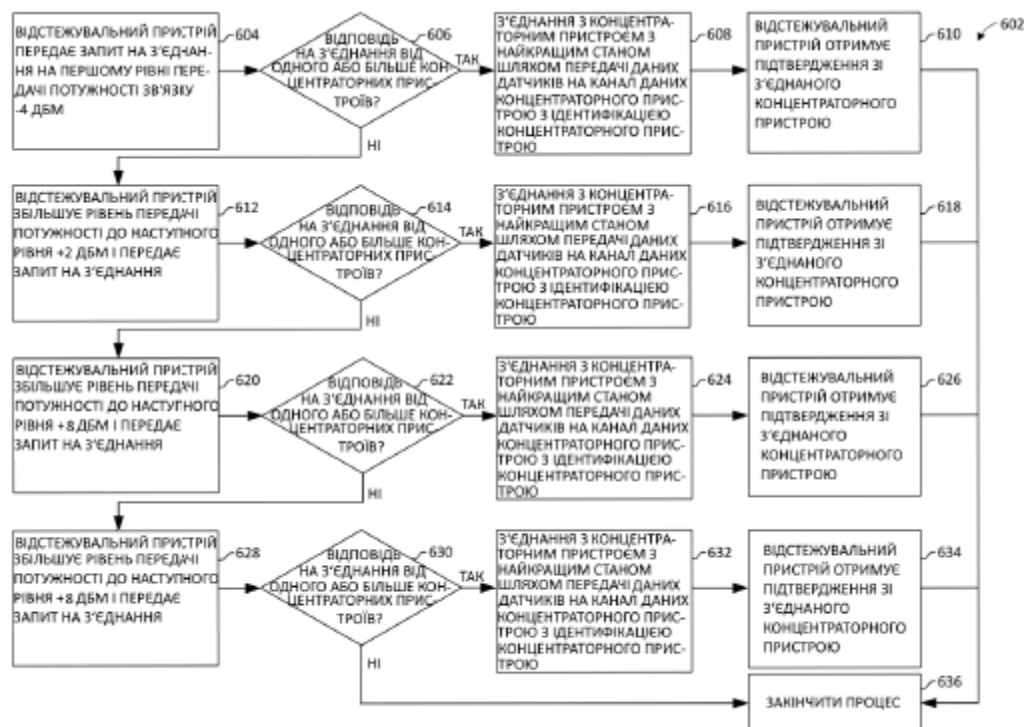


Fig. 6



Fig. 7

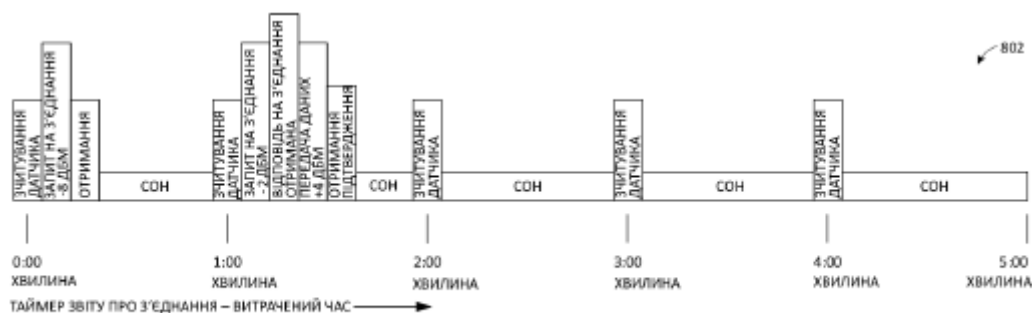
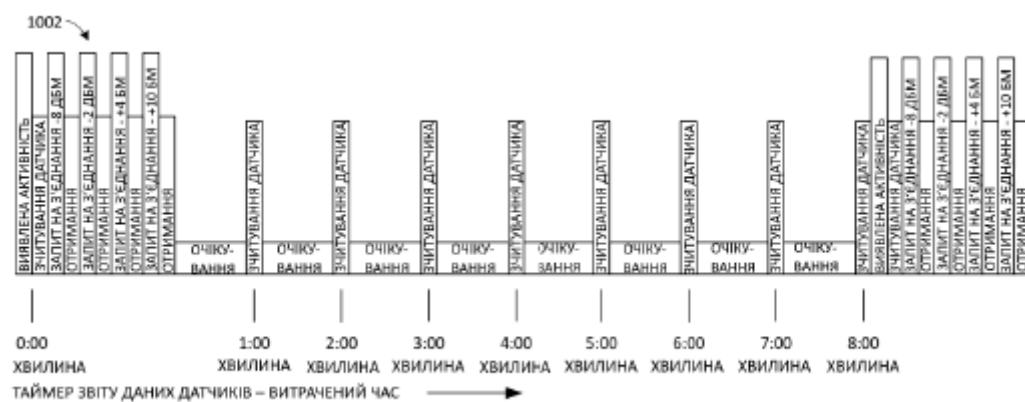
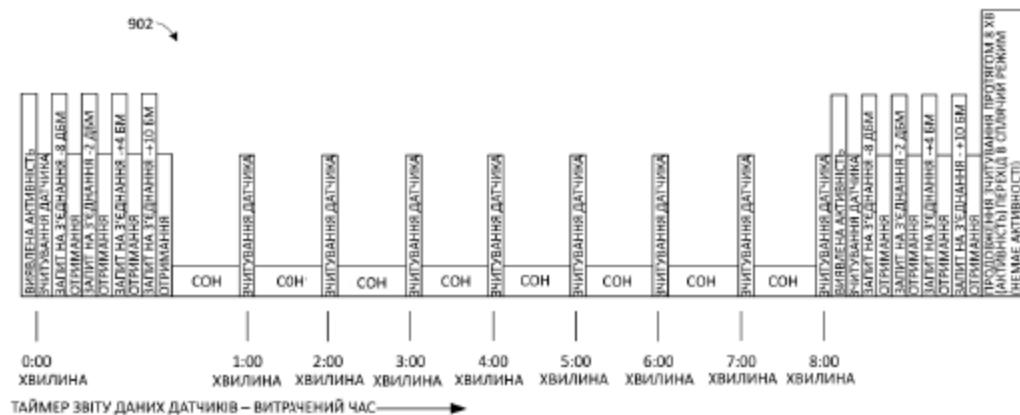


Fig. 8



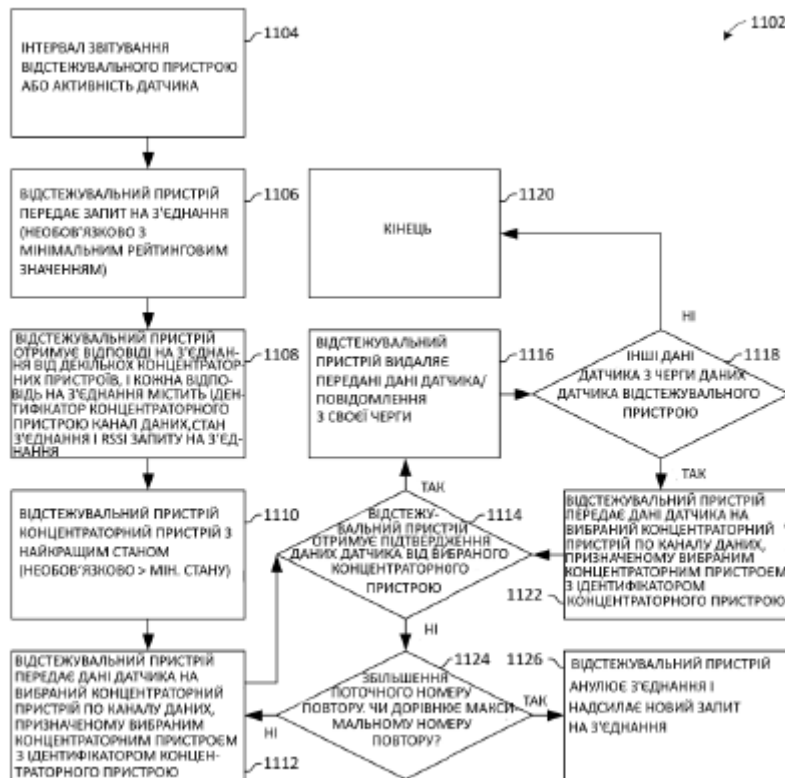


Fig. 11

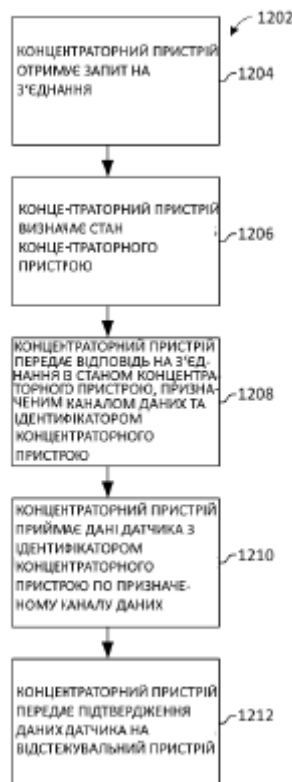


Fig. 12