(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년05월24일
(11) 등록번호 10-2400727
(24) 등록일자 2022년05월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06K 7/10 (2006.01) *G06K 19/07* (2006.01)
G08C 17/02 (2006.01) *H04Q 9/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06K 7/10009 (2013.01)
G06K 19/0723 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7003186
(22) 출원일자(국제) 2015년07월03일
심사청구일자 2020년06월30일
(85) 번역문제출일자 2017년02월03일
(65) 공개번호 10-2017-0037614
(43) 공개일자 2017년04월04일
(86) 국제출원번호 PCT/FI2015/050487
(87) 국제공개번호 WO 2016/005663
국제공개일자 2016년01월14일
(30) 우선권주장
20145656 2014년07월07일 핀란드(FI)
(56) 선행기술조사문헌
US20060197652 A1

(73) 특허권자
넬리스 핀란드 오와이
핀란드, 01380 반타, 반하 포르분티에 229
(72) 발명자
니쿠넨 주나
핀란드 에프아이-01380 반타 반하 포르분티에 229 메트소 플로우 컨트롤 오와이 내
프리만 마츠
핀란드 에프아이-01380 반타 반하 포르분티에 229 메트소 플로우 컨트롤 오와이 내
(74) 대리인
특허법인태평양

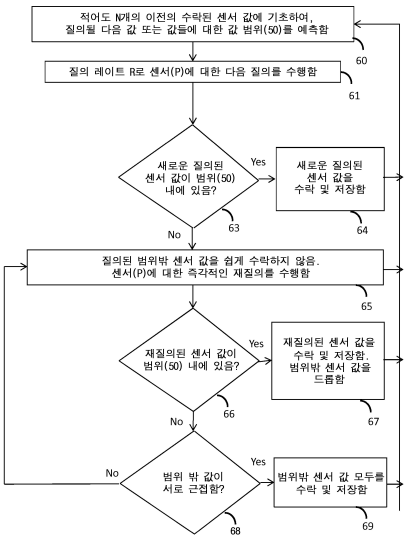
전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 하은주

(54) 발명의 명칭 **적응형 RFID 판독기**

(57) 요 약

무선 주파수 식별(RFID) 판독기 및 적어도 하나의 수동 RFID 센서 태그를 갖는 시스템에서, RFID 판독기는 무선 주파수 질의 신호를, 센서 값을 제공하는 센서를 갖는 수동 RFID 센서 태그로 전송한다. RFID 판독기는 수동 RFID 태그로부터, 센서 값을 전달하는 후방산란된 무선 주파수 신호를 수신한다. 센서 태그에 대한 질의 레이트, 질의의 정확도 및/또는 센서 태그에 송신된 무선 주파수 질의 신호의 전력은 다수의 수신된 센서 값, 다수의 질의 및/또는 신호 대 잡음 비의 통계적 분석에 기초하여 제어된다(60- 69).

대 표 도 - 도6



(52) CPC특허분류
G08C 17/02 (2013.01)
H04Q 9/00 (2013.01)
H04Q 2209/47 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

무선 주파수 식별(radio frequency identification; RFID) 판독기, 및 적어도 하나의 감지 엘리먼트에 의해 감지된 양(quantity)의 값을 제공하는 상기 적어도 하나의 감지 엘리먼트를 갖는 적어도 하나의 수동 RFID 센서 태그를 갖는 시스템에서 센서 값의 질의를 제어하는 방법으로서,

상기 RFID 판독기로부터 상기 수동 RFID 센서 태그로 무선 주파수 질의 신호(radio frequency interrogation signal)를 전송하는 단계;

상기 RFID 판독기에서, 상기 수동 RFID 태그로부터, 상기 감지된 양의 값을 전달(carry)하는 후방산란된 무선 주파수 신호를 수신하는 단계;

i) 다수의 상기 감지된 양의 수신된 값, ii) 다수의 질의 및 iii) 신호 대 잡음 비 중 적어도 하나의 통계적 분석에 기초하여, 상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트, 상기 감지된 양의 수신된 값의 정확도 및 상기 감지 엘리먼트에 송신되는 무선 주파수 질의 신호의 전력 중 적어도 하나를 제어하는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 통계적 분석은 새로운 질의된 값 및/또는 새로운 질의된 값의 신호 대 잡음 비를, 다수의 상기 감지된 양의 수신된 값 및/또는 다수의 질의에 기초하여 생성된 기준과 비교하는 것을 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 기준은, 감지된 양의 값의 예측된 값 또는 값 범위, 감지된 양의 분산(variance), 감지된 양의 분산의 장시간 평균, 상기 감지 엘리먼트의 다수의 질의를 통한 후방산란된 신호의 신호 대 잡음 비의 평균 중 적어도 하나를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

상기 감지된 양의 새로운 질의된 값이 상기 통계적 분석에 따라 수락 가능한 경우, 상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 유지하는 단계;

상기 감지된 양의 새로운 질의된 값이 상기 통계적 분석에 따라 수락 가능하지 않은 경우, 상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 적어도 일시적으로 증가시키는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

상기 감지된 양의 새로운 질의된 값을, 상기 후방산란된 신호의 신호 대 잡음 비에 기초하여 제공된 정확도 정

보와 연관시키는 단계, 상기 후방산란된 신호의 신호 대 잡음 비에 기초하여 상기 감지된 양의 새로운 질의된 값을 거절하는 단계 및 정확도를 개선하기 위해 상기 후방산란된 신호의 신호 대 잡음 비에 기초하여 상기 감지된 양의 새로운 질의된 값을 조정하는 단계 중 적어도 하나를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 6

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

a) 상기 감지 엘리먼트에 의해 감지된 양의 복수의 이전의 질의된 값에 기초하여 상기 감지 엘리먼트로부터 질의될 다음 값 또는 다음 값들에 대한 값 범위를 예측하는 단계;

b) 상기 감지된 양의 새로운 질의된 값이 상기 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 내에 속하는 경우, 상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 유지하는 단계;

c) 상기 감지된 양의 새로운 질의된 값이 상기 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 밖에 속하는 경우, 상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 적어도 일시적으로 증가시키는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 적어도 일시적으로 증가시키는 단계는,

상기 감지 엘리먼트에 즉각적으로 재질의하는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 적어도 일시적으로 증가시키는 단계는,

상기 감지된 양의 질의된 값이 상기 통계적 분석에 따라 수락 가능할 때까지, 상기 감지 엘리먼트에 대한 즉각적인 재질의를 수행하는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 9

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

a) 상기 감지 엘리먼트에 의해 감지된 양의 복수의 이전의 질의된 값에 기초하여 상기 감지 엘리먼트로부터 질의될 다음 값 또는 다음 값들에 대한 값 범위를 예측하는 단계;

b) 상기 새로운 질의된 값이 상기 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 내에 속하는 경우, 상기 감지된 양의 새로운 질의된 값을 수락하는 단계;

c) 상기 감지된 양의 상기 새로운 질의된 값이 상기 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 밖에 속하는 경우, 상기 감지 엘리먼트에 즉각적으로 재질의하는 단계;

d) 재질의된 값이 상기 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 내에 속하는 경우, 상기 감지된 양의 재질의된 값을 수락하고, 상기 새로운 질의된 값을 드롭(drop)하는 단계;

e) 상기 재질의된 값도 상기 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 밖에 속하지만, 상기 새로운 질의된 값 및 상기 재질의된 값이 서로 근접한 경우, 상기 감지된 양의 상기 새로운 질의된 값 및 상기 재질의된 값 모두를 수락하

는 단계;

f) 상기 감지된 양의 상기 재질의된 값이 상기 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 밖에 속하고 상기 새로운 질의된 값 및 상기 재질의된 값이 서로 근접한 경우, 상기 감지 엘리먼트에 즉각적으로 재질의하는 단계;

g) 상기 판독기가 상기 예측된 값 범위 내에 속하는 재질의된 값 또는 상기 예측된 값 범위 밖에 속하지만 서로 근접한 2개의 재질의된 값을 획득 및 수락할 때까지, 상기 감지 엘리먼트의 즉각적인 재질의를 지속하는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 10

청구항 6에 있어서,

상기 제어하는 단계는, 상기 감지된 양의 각각의 수락된 질의된 값으로 상기 예측된 값을 업데이트하는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 11

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 동안 상기 후방산란된 신호의 신호/잡음 비(SNR)의 장시간 평균을 결정하는 단계;

제어 기준으로서 상기 SNR의 장시간 평균을 사용하여 상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 전력 및/또는 질의 레이트를 제어하는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 12

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 감지 엘리먼트의 질의된 센서 값의 분산의 장시간 평균을 결정하는 단계;

제어 기준으로서 상기 질의된 센서 값의 분산의 장시간 평균을 사용하여 상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 전력 및/또는 질의 레이트를 제어하는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 13

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트 및 상기 감지 엘리먼트에 송신되는 무선 주파수 질의 신호의 전력을 병렬로 또는 조합하여 제어하는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 질의된 센서 값의 분산의 함수로 상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 동안 상기 후방산란된 신호의 신호/잡음 비(SNR)의 장시간 평균을 결정하는 단계;

제어 기준으로서 하나 이상의 최근 질의된 센서 값의 현재 분산에 대응하는 SNR의 장시간 평균을 사용하여 상기 감지 엘리먼트에 송신되는 무선 주파수 질의 신호의 전력을 제어하는 단계;

상기 감지 엘리먼트의 질의된 센서 값의 분산의 장시간 평균을 결정하는 단계;

제어 기준으로서 상기 질의된 센서 값의 분산의 장시간 평균을 사용하여 상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 제어하는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 15

청구항 13에 있어서,

상기 감지 엘리먼트에 송신되는 무선 주파수 질의 신호의 전력을 주로 제어하고 상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 보조로 제어하는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 16

청구항 13에 있어서,

상기 무선 주파수 질의 신호의 전력이 증가될 수 없는 경우에만, 상기 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 증가시키는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 17

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어하는 단계는,

질의된 센서 값의 질의 동안 상기 후방산란된 신호의 신호/잡음 비(SNR)를 결정하는 단계;

특히, 상기 무선 주파수 질의 신호의 전력이 증가될 수 없는 경우, 미리 저장된 보상 값 및/또는 보상 함수에 기초하여 상기 질의된 센서 값에 관한 낮은(low) 신호/잡음 비(SNR)의 효과를 보상하는 단계를 포함하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 18

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

오실레이터를 갖는 수동 RFID 센서 태그를 포함하고, 상기 오실레이터의 오실레이션 주파수(oscillation frequency)는 상기 감지 엘리먼트에 의해 감지된 양의 값에 의존하고,

상기 RFID 판독기는 상기 수동 RFID 태그로부터, 상기 감지된 양의 값에 의존하는 오실레이션 주파수로 변조된 후방산란된 무선 주파수 신호를 수신하고;

상기 RFID 판독기는 상기 후방산란된 신호의 오실레이션 주파수 변조를 상기 감지된 양의 실제 값으로 변환하는,

센서 값의 질의를 제어하는 방법.

청구항 19

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 따른 방법을 구현하는 RFID 판독기.

청구항 20

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 따른 방법을 구현하는 컴퓨터 디바이스 및 RFID 판독기를 포함하는 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 수동 무선 센서에 관한 것으로서, 특히, 수동 무선 주파수 식별(radio frequency identification; RFID) 센서, RFID 센서 시스템 및 수동 RFID 센서 태그에 대한 RFID 판독기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 센서는 측정된 양(quantity)을 판독 가능한 포멧, 통상적으로 전기 신호로 변환하는 디바이스이다. 오늘날, 실제로 임의의 측정 목적을 위해 상업적으로 이용 가능한 센서들이 있다. 연결성에 따라, 센서는 무선 및 유선 센서로 분할될 수 있다. 유선 센서는 와이어링 하니스(wiring harness) 또는 케이블 어셈블리를 통해 판독기 디바이스에 연결된다. 무선 센서는 센서에 대한 물리적 연결 없이 판독할 수 있으며, 종종 센서에 무선 트랜시버를 장착하여 실현된다. 송신된 라디오 신호는 무선 신호를 원하는 출력으로 변환하는 수신기에 의해 해석된다. 무선 동작은, 예를 들어, (온도 및 압력과 같은) 열악한 동작 조건, 회전 부분들 또는 비용 및 배선의 복잡성으로 인해 유선 연결이 곤란한 다수의 애플리케이션에서 유리할 수 있다. 그러나 무선 센서는 또한 몇 개의 단점, 예컨대, 배터리로 인한 제한된 수명, 감쇄 및 간섭으로 인한 제한된 판독 거리, 신호의 제어 불가능한 전파로 인한 보안 이슈 및 잠재적으로 느린 통신 속도를 갖는다. 전력 소스 및 통신 원리에 기초하여, 무선 센서는 능동 센서, 반-수동 센서 및 수동 센서의 3개의 범주로 분할될 수 있다.

[0003] 능동 무선 센서는 일반적으로, 무선 트랜시버 및 트랜시버를 파워 업(power up)하는데 이용되는 온-보드 배터리 둘 다를 갖는다. 그 자체의 전력 소스를 갖는 능동 무선 센서는 강력한 송신기 및 민감한 수신기를 사용할 수 있다. 그러나 보드 상의 배터리는 수명을 제한하고 크기 및 무게를 또한 증가시킨다. 보다 복잡한 회로로 인해, 능동 센서의 가격은 수동 센서의 가격보다 훨씬 더 비쌀 수 있다.

[0004] 반-수동 무선 센서는 무선 트랜시버를 포함하지 않지만 배터리가 장착된다. 배터리는 집적 회로(IC)를 파워-업하는데 사용되고 센서가 판독기 디바이스와 독립적으로 동작하는 것 또는 센서의 메모리를 유지하는 것을 가능케 한다. 반-수동 배터리-보조 센서는 통신을 위해 변조된 후방산란 기술(modulated backscattering technique)을 활용한다. 이는, 반-수동 센서가 송신을 위해 온-보드 배터리로부터 어떠한 전력도 요구하지 않고, 오히려, 센서는 단순히 판독기 디바이스에 의해 방출된 전력 중 일부를 역으로 반사하다는 것을 의미한다.

[0005] 능동 및 반-수동 센서와 달리, 수동 센서는 온-보드 배터리를 요구하지 않는다. 그러므로 그들은 덜 복잡하고 더 작고 더 저렴할 수 있고 그 수명은 전원에 의해 제한되지 않는다. 수동 무선 센서의 일반적인 판독 거리는 10cm 내지 3m이다. 수동 무선 센서는 무선 주파수 식별(RFID) 태그, 전기 공진 회로 센서, 표면 탄성파(SAW), 고조파 센서 및 상호변조 센서의 네 가지 주요 범주로 분할될 수 있다.

[0006] RFID는 태그와 판독기 간에 통신하기 위해 라디오 파를 사용하는 식별 기술이며, 그것은 아이템을 식별하는데 사용된다. 광학 바코드 식별에 비해 RFID는 몇 가지 장점이 있는데, 예컨대 판독기 디바이스와 태그 사이에 어떠한 가시선도 필요하지 않으며, RFID 판독기는 또한 한 번에 수백 개의 태그를 판독할 수 있다. 수동 RFID 태그는 도 1에 예시된 변조된 후방산란 통신 원리를 활용한다. 태그(10)가 RFID 판독기(11)와 통신할 때, 태그는 수신된 신호(12)를 변조하고 그 일부(13)를 판독기로 다시 반사한다. 통상적인 수동 태그는 애플리케이션 특정 마이크로-칩에 연결된 안테나로 구성된다. RFID 트랜시버 또는 판독기에 의해 무선으로 질의될 때, RFID 태그 안테나는 RFID 판독기로부터 전력 및 RF 신호를 수신하고 이들을 칩에 제공한다. 칩은 신호를 프로세싱하고 요청된 데이터를 다시 RFID 판독기로 전송한다. 후방산란된 신호는 송신된 데이터에 따라 변조된다. RFID의 최고 동작 주파수 및 판독 거리는 집적 회로(IC)를 위해 정류된 전력에 의해 제한되며, 각각 수 GHz 및 5-10m이다.

[0007] RFID는 주로 식별을 위해 사용된다. RFID 태그에는 RFID 태그의 재사용 특징을 가능하게 하는 재기록 가능 메모리가 장착되지만, 이는 외부 양(external quantity)을 측정하는데 유용하지 않다. RFID는 또한, 외부 센서 및 외부 센서를 판독하기 위한 디지털 로직을 RFID 태그에 장착함으로써 감지에 적합한 것으로 밝혀졌다. 이 접근법의 장점은, 그것이 일반 센서 엘리먼트를 사용하고 이에 따라 매우 광범위한 애플리케이션에 매우 적합하다는 것이다. 그러나 이 접근법에서, 센서 판독을 가능하게 하기 위해, 추가 A/D 변환기 및 디지털 회로가 태그에 포함되어야 한다. 추가 전자 장치로 인한 증가된 전력 소비는 판독 범위를 상당히 감소시킨다(예를 들어, 8-비트 A/D 변환기에 있어서 5m로부터 0.3m로). 추가 센서 엘리먼트는 전력 소모를 추가로 증가시킨다. A/D 변환기 및 추가 디지털 회로의 구현 고려사항은 [1]에서 논의된다: Chapter 9 "Smart RFID Tags", in the book "Development and Implementation of RFID Technology", ISBN 978-3-902613-54-7, February 2009, I-Tech, Vienna, Austria. http://www.intechopen.com/books/development_and_implementation_of_rfid_technology.

[0008] US2013/0099897은, RFID 판독기, RFID 칩 및 RFID 칩에 전기적으로 커플링되고 RFID 판독기에 신호를 송신하고

RFID 판독기로부터 신호를 수신하도록 구성된 안테나를 개시한다. RFID 칩에는 감지 재료에 대한 전기 인터페이스가 제공된다. RFID 칩은 판독기로부터 수신된 신호를 변조하고 변조된 신호로 감지 재료를 구동하도록 구성된다. 감지 재료는 가변 전기 특성을 가져서, 후방산란된 변조된 신호는 감지 재료의 상태(condition)에 따라 변하게 될 것이다. 감지 재료의 성질에 관계없이, 그것은 RFID 칩으로부터의 변조된 신호와 상호 작용하고 신호를 RFID 칩에 리턴한다. 리턴된 신호는 후방산란 변조기를 통해 RFID 칩으로부터 안테나로 전달되고 그 후 RFID 판독기로 다시 송신된다. 대안적으로, 감지 재료에 의해 프로세싱된 신호는 RFID 칩의 입력 임피던스를 변조하는데 사용되며, RFID 칩으로부터의 신호는 감지 재료의 상태를 결정하기 위해 안테나에 의해 RFID 판독기로 후방산란된다.

[0009] Chen 등에 의한, Coupling Passive Sensors to UHF RFID Tags(Radio and Wireless Symposium (RWS), 2012 IEEE, 15-18 Jan. 2012, Santa Clara, 255 - 258)는 새로운 태그 ASIC을 설계함 없이, 수동 센서 데이터를 기존 UHF RFID 태그에 커플링하는 가능성을 개척한다. 기존 UHF RFID 시스템은 태그 안테나 상에 커플링 루프를 중첩시키고 벡터 후방산란을 변조함으로써 추가 데이터를 전달하는데 사용될 수 있다. 센서 데이터를 전달하는 수동 센서의 임피던스는 후방산란의 진폭 및 위상의 값에 영향을 준다. 수동 센서 데이터의 송신을 위해, 수동 센서 커플링 모듈의 부하는 2개의 기준 임피던스 중 하나 또는 수동 센서에 대한 연결을 제공하기 위해 이러한 3개의 부하 사이에서 스위칭된다. 2개의 기준 임피던스로, 수동 센서의 임피던스가 결정된다.

[0010] Guerin 등에 의한, A temperature and gas sensor integrated on a 915MHz RFID UHF tag(Wireless Information Technology and Systems (ICWITS), 2010 IEEE International Conference, Honolulu, Aug. 28 2010-Sept. 3 2010)는 변조된 후방산란 원리를 활용하는 수동 무선 센서를 개시한다. 변조 신호는, 그의 제어 전압 및 이에 따른 출력 주파수가 센서 값의 함수로 변하도록 구성되는 전압-제어 오실레이터에 의해 생성된다.

[0011] 공동-계류중인 PCT/FI2013/051214는 수동 무선 센서의 급진적으로 증가된 판독 거리를 가능하게 하는 수동 무선 센서 설계를 개시한다. 변조 신호는 오실레이팅 회로의 일부로서 감지 엘리먼트를 포함하는 오실레이터에 의해 생성되어서, 변조 주파수는 감지 엘리먼트의 감지된 값에 의존하게 된다. 따라서, 센서 값은 에너지 소비성 AD 변환 없이 그리고 최소수의 추가 컴포넌트로 생성될 수 있는 변조된 아날로그 신호의 주파수로 치환(translate)된다. 그 결과, 판독 거리는 수 미터까지, 즉 방 규모로 증가될 수 있다.

[0012] 수동 RFID 센서의 판독은 센서에 전력을 공급(powering)하기 위한 "온-에어(on-air)" 시간을 요구한다. 필요한 시간은 사용된 센서에 의존하여, 2-3ms와 같이 매우 짧거나 또는 10-50ms와 같이 비교적 길 수 있다. RFID 통신에 대해 사용 가능한 무선 대역폭은 무제한이 아니라, 사실상 매우 부족하다. 다수의 센서가 매우 자주 질의(interrogate)되어야 하는 경우, RFID 스펙트럼 내에 많은 양의 무선 노이즈가 존재한다. 센서가 덜 자주 질의될 수 있는 경우, 더 많은 무선 스펙트럼이 통신을 위한 다른 판독기 및 센서에 대해 자유롭게(free)될 수 있다. 요구된 센서 값을 최신 상태로 유지하기 위해 센서에 얼마나 자주 질의해야 하는지를 결정하는 것은 어렵다. 다른 문제는 무선 통신의 본성에 관련된다. 판독 이벤트에 영향을 미치는 일정한 산발적(sporadic) 노이즈가 존재한다. 움직이는 객체에 있어서, 무선 신호의 변하는 감쇠와 관련된 문제가 또한 존재한다.

[0013] 신호 저하를 저지하기 위해 다른 종류의 알고리즘이 생성되었지만, 이들 모두는 무선-레벨(radio-level) 변화를 요구한다. 공간 멀티플렉싱은 무선 통신을 개선하기 위한 좋은 방법이다. 그러나 공간 멀티플렉싱은 복잡한 전자장치 및 계산으로 인해 실용화되기가 상당히 어렵다. 링크 레벨 문제를 관리하는 다른 통상적인 방법은 신호 전력을 관리하는 것이다. 가변 신호 전력은 배터리 소모를 최소로 유지하고 RF 노이즈를 감소시키기에 용이하다. 이 접근법의 일 예가 US7825806에 개시된다.

[0014] 따라서, 센서에 대한 질의에 가변 무선-레벨 상태 및 간섭을 적응시키기 위한 새로운 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명의 목적은, 변동되는 무선-레벨 조건 및 간섭에 대해 센서의 질의(interrogation)를 적응시키기 위한 새로운 기술을 제공하는 것이다.

[0016] 본 발명의 목적은 첨부된 독립항에 따른 방법, 판독기 및 시스템에 의해 달성된다. 본 발명의 바람직한 실시예는 종속 청구항에 개시된다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명의 양상은 무선 주파수 식별(RFID) 판독기, 및 적어도 하나의 감지 엘리먼트에 의해 감지된 양(sensed quantity)의 값을 제공하는 적어도 하나의 감지 엘리먼트를 갖는 적어도 하나의 수동 RFID 센서 태그를 갖는 시스템에서 센서 값의 질의를 제어하는 방법이며, 이 방법은,

[0018] RFID 판독기로부터 수동 RFID 센서 태그로 무선 주파수 질의 신호(radio frequency interrogation signal)를 전송하는 단계;

[0019] RFID 판독기에서, 수동 RFID 태그로부터, 감지된 양의 값을 전달(carry)하는 후방산란된 무선 주파수 신호를 수신하는 단계;

[0020] i) 다수의 감지된 양의 수신된 값 및/또는 ii) 다수의 질의 및/또는 iii) 신호 대 잡음 비의 분석에 기초하여, 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트 및/또는 감지된 양의 수신된 값의 정확도 및/또는 감지 엘리먼트에 송신되는 무선 주파수 질의 신호의 전력을 제어하는 단계를 포함한다.

[0021] 일 실시예에서, 통계적 분석은 새로운 질의된 값 및/또는 새로운 질의된 값의 신호 대 잡음 비를, 다수의 감지된 양의 수신된 값 및/또는 다수의 질의에 기초하여 생성된 기준과 비교하는 것을 포함한다.

[0022] 일 실시예에서, 기준은, 감지된 양의 값의 예측된 값 또는 값 범위, 감지된 양의 분산(variance), 감지된 양의 분산의 장시간 평균, 감지 엘리먼트의 다수의 질의를 통한 후방산란된 신호의 신호 대 잡음 비의 평균 중 적어도 하나를 포함한다.

[0023] 일 실시예에서, 상기 제어하는 단계는,

[0024] a) 감지된 양의 새로운 질의된 값이 상기 통계적 분석에 따라 수락 가능한 경우, 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 유지하는 단계;

[0025] c) 감지된 양의 새로운 질의된 값이 상기 통계적 분석에 따라 수락 가능하지 않은 경우, 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 적어도 일시적으로 증가시키는 단계를 포함한다.

[0026] 일 실시예에서, 상기 제어하는 단계는. 감지된 양의 새로운 질의된 값을, 후방산란된 신호의 신호 대 잡음 비에 기초한 정확도 정보와 연관시키는 단계 및/또는 후방산란된 신호의 신호 대 잡음 비에 기초하여 감지된 양의 새로운 질의된 값을 거절하는 단계 및/또는 정확도를 개선하기 위해 후방산란된 신호의 신호 대 잡음 비에 기초한 정확도 정보로, 감지된 양의 새로운 질의된 값을 조정하는 단계를 포함한다.

[0027] 일 실시예에서, 상기 제어하는 단계는,

[0028] a) 감지 엘리먼트에 의해 감지된 양의 복수의 이전의 질의된 값에 기초하여 감지 엘리먼트로부터 질의될 다음 값 또는 다음 값들에 대한 값 범위를 예측하는 단계;

[0029] b) 감지된 양의 새로운 질의된 값이 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 내에 속하는 경우, 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 유지하는 단계;

[0030] c) 감지된 양의 새로운 질의된 값이 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 밖에 속하는 경우, 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 적어도 일시적으로 증가시키는 단계를 포함한다.

[0031] 일 실시예에서, 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 적어도 일시적으로 증가시키는 단계는, 감지 엘리먼트에 즉각적으로 재질의하는 단계를 포함한다.

[0032] 일 실시예에서, 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 적어도 일시적으로 증가시키는 단계는, 감지된 양의 질의된 값이 상기 통계적 분석에 따라 수락 가능할 때까지, 감지 엘리먼트에 대한 즉각적인 재질의를 수행하는 단계를 포함한다.

[0033] 일 실시예에서, 상기 제어하는 단계는,

[0034] a) 감지 엘리먼트에 의해 감지된 양의 복수의 이전의 질의된 값에 기초하여 감지 엘리먼트로부터 질의될 다음 값 또는 다음 값들에 대한 값 범위를 예측하는 단계;

[0035] b) 새로운 질의된 값이 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 내에 속하는 경우, 감지된 양의 새로운 질의된 값을 수락하는 단계;

[0036] c) 감지된 양의 상기 새로운 질의된 값이 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 밖에 속하는 경우, 감지 엘리먼트에

즉각적으로 재질의하는 단계;

[0037] d) 재질의된 값이 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 내에 속하는 경우, 감지된 양의 재질의된 값을 수락하고, 상기 새로운 질의된 값을 드롭(drop)하는 단계;

[0038] e) 재질의된 값도 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 밖에 속하지만, 새로운 질의된 값 및 상기 재질의된 값이 서로 근접한 경우, 감지된 양의 상기 새로운 질의된 값 및 상기 재질의된 값 모두를 수락하는 단계;

[0039] f) 감지된 양의 상기 재질의된 값이 감지 엘리먼트의 예측된 값 범위 밖에 속하고 상기 새로운 질의된 값 및 상기 재질의된 값이 서로 근접한 경우, 감지 엘리먼트에 즉각적으로 재질의하는 단계;

[0040] g) 판독기가 예측된 값 범위 내에 속하는 재질의된 값 또는 예측된 값 범위 밖에 속하지만 서로 근접한 2개의 재질의된 값을 획득 및 수락할 때까지, 감지 엘리먼트의 즉각적인 재질의를 지속하는 단계를 포함한다.

[0041] 일 실시예에서, 상기 제어하는 단계는, 감지된 양의 각각의 수락된 질의된 값으로 예측된 값을 업데이트하는 단계를 포함한다.

[0042] 일 실시예에서, 상기 제어하는 단계는,

[0043] 감지 엘리먼트에 대한 질의 동안 후방산란된 신호의 신호/잡음 비(SNR)의 장시간 평균을 결정하는 단계;

[0044] 제어 기준으로서 SNR의 장시간 평균을 사용하여 감지 엘리먼트에 대한 질의 전력 및/또는 질의 레이트를 제어하는 단계를 포함한다.

[0045] 일 실시예에서, 방법은,

[0046] 감지 엘리먼트의 질의된 센서 값의 분산의 장시간 평균을 결정하는 단계;

[0047] 제어 기준으로서 질의된 센서 값의 분산의 장시간 평균을 사용하여 감지 엘리먼트에 대한 질의 전력 및/또는 질의 레이트를 제어하는 단계를 포함한다.

[0048] 일 실시예에서, 방법은, 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트 및 감지 엘리먼트에 송신되는 무선 주파수 질의 신호의 전력을 병렬로 또는 조합하여 제어하는 단계를 포함한다.

[0049] 일 실시예에서, 방법은,

[0050] 질의된 센서 값의 분산의 함수로 감지 엘리먼트에 대한 질의 동안 후방산란된 신호의 신호/잡음 비(SNR)의 장시간 평균을 결정하는 단계;

[0051] 제어 기준으로서 하나 이상의 최근 질의된 센서 값의 현재 분산에 대응하는 SNR의 장시간 평균을 사용하여 감지 엘리먼트에 송신되는 무선 주파수 질의 신호의 전력을 제어하는 단계;

[0052] 감지 엘리먼트의 질의된 센서 값의 분산의 장시간 평균을 결정하는 단계;

[0053] 제어 기준으로서 질의된 센서 값의 분산의 장시간 평균을 사용하여 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 제어하는 단계를 포함한다.

[0054] 일 실시예에서, 방법은, 감지 엘리먼트에 송신되는 무선 주파수 질의 신호의 전력을 주로 제어하고 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 보조로 제어하는 단계를 포함한다.

[0055] 일 실시예에서, 방법은,

[0056] 무선 주파수 질의 신호의 전력이 증가될 수 없는 경우에만, 감지 엘리먼트에 대한 질의 레이트를 증가시키는 단계를 포함한다.

[0057] 일 실시예에서, 방법은, 질의된 센서 값의 질의 동안 후방산란된 신호의 신호/잡음 비(SNR)를 결정하는 단계;

[0058] 특히, 무선 주파수 질의 신호의 전력이 증가될 수 없는 경우, 미리 저장된 보상 값 및/또는 보상 함수에 기초하여 질의된 센서 값에 관한 낮은(low) 신호/잡음 비(SNR)의 효과를 보상하는 단계를 포함하는 제어하는 단계를 포함한다.

[0059] 일 실시예에서, 방법은,

[0060] 그의 오실레이션 주파수(oscillation frequency)가 감지 엘리먼트에 의해 감지된 양의 값에 의존하는 오실레이

터를 갖는 수동 RFID 센서 태그를 포함하고,

[0061] RFID 판독기는 수동 RFID 태그로부터, 감지된 양의 값에 의존하는 오실레이션 주파수로 변조된 후방산란된 무선 주파수 신호를 수신하고;

[0062] RFID 판독기는 후방산란된 신호의 오실레이션 주파수 변조를 감지된 양의 실제 값으로 변환한다.

[0063] 본 발명의 다른 양상은 본 발명의 위의 양상에 따른 방법을 구현하는 RFID 판독기이다.

[0064] 본 발명의 또 다른 양상은 본 발명의 위의 양상에 대한 방법을 구현하는 컴퓨터 디바이스 및 RFID 판독기를 포함하는 시스템이다.

도면의 간단한 설명

[0065] 이하, 본 발명은 도면을 참조하여 바람직한 실시예에 의해 보다 상세히 설명될 것이다.

도 1은 RFID 시스템에서의 후방산란 통신 원리를 예시한다.

도 2는 RFID 태그 아키텍처의 일 예를 예시하는 기능 블록도이다.

도 3은 RFID 센서에 대한 통신 원리를 예시하는 스펙트럼 그래프이다.

도 4는 RFID 판독기 아키텍처의 일 예를 예시하는 기능 블록도이다.

도 5는 하나의 센서에 대한 15개의 연속적인 질의(I_1, I_2, ..., I_{15})에 대한 수신된 센서 값(v_1, v_2, ..., v_{15})을 예시하는 그래프이다.

도 6은 질의 레이트에 대한 예시적인 제어 절차를 예시하는 흐름도를 예시한다.

도 7은 질의 레이트에 대한 다른 예시적인 제어 절차를 예시하는 흐름도이다.

도 8a는 수신된 신호의 수락 가능한 신호-잡음-비(signal-noise-ratio; SNR)를 예시하는 그래프이다.

도 8b는 수신된 신호의 수락 불가능한 낮은 신호-잡음-비(SNR)를 예시하는 그래프이다.

도 8c는 수신된 신호의 낮은 신호-잡음-비(SNR)의 시간 분산을 예시하는 그래프이다.

도 9a는 수락 불가능한 낮은 신호-잡음-비(SNR)로 인한 부정확한 센서 값에 기초하여 틀린 예측된 값 범위의 계산의 효과를 예시하는 그래프이다.

도 9b 및 9c는 시간에 따른 SNR의 점진적 변화 및 센서 값의 대응하는 점진적인 변화를 예시하는 그래프이다.

도 10은 질의 전력에 대한 예시적인 제어 절차를 예시하는 흐름도이다.

도 11은 질의 전력 및 질의 레이트 모두가 제어되는 예시적인 결합된 제어 절차를 또한 예시하는 흐름도이다.

도 12는 신호-잡음-비(SNR)에 의해 야기될 수도 있는 질의된 센서 값의 부정확성을 고려하도록 구성된 질의된 센서 값에 기초한 질의 레이트(R)의 통계적 제어의 예시적인 제어 절차를 예시하는 흐름도이다.

도 13a 및 도 13b는 시간에 따른 SNR의 변화 및 부정확한 센서 값의 대응하는 SNR 보상을 예시하는 그래프이다.

도 14는, 질의된 센서 값에 기초한 질의 레이트(R)의 통계적 제어에는 신호-잡음-비(SNR)로 인한 질의된 센서 값의 부정확성의 보상이 제공되는 예시적인 제어 절차를 예시하는 흐름도이다.

도 15는 SNR에 기초한 질의된 값의 SNR 보상을 위한 예시적인 방법을 예시하는 흐름도이다.

도 16은 SNR 보상 값 또는 SNR 보상 함수를 제공하기 위한 예시적인 방법을 예시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0066] 도 1을 참조하면, RFID 시스템은 통상적으로 2개의 기본 컴포넌트, 즉 식별될 객체 상에 또는 측정 지점에 위치되는 RFID 트랜스폰더 또는 태그(10); RFID 태그에 대한 질의를 수행하는 RFID 질의기 또는 판독기(11)를 포함한다. 수동 RFID 시스템에서, RFID 판독기(11)는 태그가 판독기의 질의 신호의 변조를 수행하도록 태그(10)에 필수 전력을 공급한다. RFID 센서 태그의 경우, RFID 태그(10)가 동작하고 데이터를 송신하기 위한 전력 소스 및 매체를 제공하는 것 외에도, RFID 판독기(11)는 태그(11)에 대한 데이터 송신을 수행할 수 있으며, 이는 대

부분의 경우, 반송파 신호의 변조로서 구현된다.

[0067] 도 2는 무선 주파수 식별(RFID) 태그 아키텍처의 다른 예를 예시하는 기능 블록도를 도시한다. 예시된 예에서, RFID 태그(10)는 RFID 판독기(11)와 통신하기 위해 태그의 프론트 엔드 임피던스(front end impedance)에 직접 매칭되는 안테나(21)(매칭 회로는 도시되지 않음); 통상적으로 RF 전력을 직류(DC)로 변환하기 위한 정류기 회로(22), 클록 생성기 또는 오실레이터(23), 변조기(24) 및 복조기(25)를 포함할 수 있는 아날로그 RF 프론트 엔드를 포함할 수 있다. 원하는 기능을 제공하도록 예컨대, 질의 커맨드를 처리하고, 충돌-방지 프로토콜을 실행하고, 데이터 무결성 검사를 수행하고, 메모리 판독-기록 동작을 실행하고, 출력 제어 및 데이터 흐름을 수행하도록 구성될 수 있는 로직부 또는 디지털 제어 모듈(26)이 또한 있을 수 있다. 로직 구현은 일반적으로, 정의된 표준 및 특정 연관된 프로토콜을 따른다. 또한, 메모리 스토리지(27)가 제공될 수 있다. 사용자의 요구에 의존하여, 판독/기록 능력 모두가 구현되는 경우 비-휘발성 메모리 스토리지가 필요할 수 있다.

[0068] 전술한 바와 같이, 수동 RFID 태그는 통신을 위해 변조된 후방산란 원리를 활용한다. 태그가 판독기와 통신할 때, 태그는 수신된 신호를 변조하고 그 일부를 판독기로 다시 반사한다. RFID 센서는 판독기(11)로부터 송신된 무선 주파수(RF) 연속파(CW) 신호를 이용하여 작동된다. 먼저, RF 신호는 정류기(22)에 의해 DC 전압으로 변환된다. 정류된 전압은 오실레이터(23)를 파워 업하고, 그의 출력에서 저주파수 정현파(fOSC)를 생성한다. 마지막으로, 오실레이션 신호(fOSC)는 후방산란 원리를 실현하기 위해 후방산란 변조기(24)에 공급된다. 변조기(24)는 신호를 변조하고, 안테나와 정류기(21)/변조기(24) 사이의 매칭에 의존하여 이를 안테나(21)로 되돌려 보낸다. 결과적으로, 도 3에 예시된 바와 같이, 센서로부터의 후방산란된 신호에 측파대(sideband) 또는 부반송파(subcarrier)(fCW-fOSC 및 fCW+fOSC)가 있다. fCW 및 fOSC는 각각 반송파 주파수 및 오실레이션 주파수를 나타낸다. 측파대 또는 부반송파는 오실레이션 주파수(fOSC)만큼 반송파(fCW)로부터 오프셋된다. 오실레이션 주파수(fOSC)는 또한, 변조 주파수 또는 부반송파 주파수로 지칭될 수 있다.

[0069] 클록 주파수 생성(23)은 그의 주파수가 감지된 값에 의존하는 오실레이터로 실현될 수 있다. 이는 RFID의 정교한 특징 및 AD 변환 없이 외부 양을 측정하는 가능성을 가능케 한다. 예시적인 실시예에서, 감지 엘리먼트는, 오실레이터로부터 출력된 변조 주파수가 감지된 값에 의존하도록 태그 오실레이터의 오실레이팅 회로의 기본 부분으로 구성된다. 이는 실제로 임의의 전력 소비성 추가 컴포넌트 없이도 외부 양을 측정하는 가능성을 가능케 한다. 적용 가능한 오실레이터의 예는, RC 오실레이터, 링 오실레이터, LC-오실레이터, RLC-오실레이터 또는 MEMS(microelectro-mechanical systems), SAW(surface acoustic wave), 및 BAW(bulk acoustic wave) 공진기에 기초한 오실레이터와 같은 임의의 다른 공진-기반 오실레이터를 포함할 수 있다. RC-오실레이터의 이점은 그것이 통합(integrate)될 수 있다는 점인데, 반면에 그것이 예를 들어, LC-오실레이터 또는 RLC-오실레이터와 비교하여 더 높은 전력 소비 및 감소된 판독 거리를 가질 수 있다.

[0070] 임의의 특정 유형의 RFID 센서 태그 또는 센서 태그에 의한 후방산란된 신호의 임의의 특정 유형의 변조로 본 발명을 제한하도록 의도되지 않는다는 것이 인지되어야 한다. 그러나 본 발명의 실시예는 RFID 센서 태그의 변조 오실레이션 주파수가 감지된 값에 의존하도록 구성되는 애플리케이션에서 특히 유리한데, 즉 감지된 양의 값 범위는 예컨대, Guerin 등에서의 그리고 PCT/FI2013/051214에서의 오실레이션 주파수 범위에 맵핑된다.

[0071] 본 발명의 일 양상은 본 발명의 다른 양상에 따른 수동 무선 센서에 대한 판독기이다. 일반적으로, RFID 판독기는 특화된 무선 송신기 및 수신기이다. 이러한 모든 디바이스와 마찬가지로, 판독기는 반송파 주파수(fcw)(예를 들어, 통상적인 UHF 디바이스의 경우 약 800-900MHz)의 신호를 생성하고 태그에 정보를 전달하기 위해 이 반송파 신호를 변조해야 한다. 수동 태그에 대해, 판독기는 에너지로 태그를 에너자이징하고, 결과를 수신하며, 판독기가 한 번에 2개 이상의 태그를 판독하도록 허용하는 저-레벨 충돌-방지 알고리즘을 자주 처리할 수 있다. 간단한 RFID 시스템에서, 판독기의 RF 신호는 연속파(CW) 신호 또는 펄싱되는 온-오프 신호이고; 더 정교한 시스템에서, 판독기의 RF 신호는 태그가 포함하는 메모리를 판독하거나 이에 기록하기 위한 명령인, 태그에 대한 커맨드를 포함할 수 있다. 판독기(11)는 태그로부터 응답을 선택적으로 수신 및 증폭할 수 있고, 신호를 반송파 주파수로부터 수신된 신호에 포함된 정보의 훨씬 더 낮은 주파수 특성으로 하향으로(down) 변환할 수 있다.

[0072] 예시적인 RFID 판독기의 일반적인 블록도가 도 4에 예시된다. RFID 판독기(11)는 2개의 주요 섹션 즉, 무선 주파수(RF) 프론트 엔드(40) 및 디지털 제어 섹션(41)을 포함할 수 있다. 무선 주파수(RF) 프론트 엔드(40)는 RF 신호 송신 및 수신을 위해 사용된다. RF 프론트 엔드(40)는 RFID 센서(들)(10)로부터 그리고 RFID 센서(10)로의 두 방향 데이터 흐름에 대응하도록 2개의 별도의 신호 경로를 포함할 수 있다. 변조기(401)는 디지털 제어 섹션(41)으로부터의 Tx 데이터(예컨대, 커맨드)로 로컬 오실레이터 신호(RF 반송파 신호(fcw))를 변조할 수 있다. 변조된 신호는 전력 증폭기(402)에 의해 증폭되고, 증폭된 신호, 즉 RF 전력(유효 등방성 복사 전력, EIRP) 및

가능한 판독기의 커맨드는 안테나(ANT)를 통해, 판독 구역 또는 질의 구역 내에 안착되는 센서(10)로 송신된다. 수신기는 안테나(ANT)를 통해 센서(10)로부터 아날로그 후방산란된 신호를 수신한다. 지향성 커플러(directional coupler) 또는 서큘레이터(circulator)(403)는 센서(10)로의 증폭된 송신 신호 및 센서(10)로부터의 수신된 약한 후방산란된 신호(fCW±fOSC)를 분리한다. 수신된 후방산란된 신호는 약하며, 신호가 복조기(404)에서 복조되기 전후에 수신된 신호의 진폭을 증가시키기 위해 로우 노이즈 증폭기가 제공될 수 있다. 복조기(414)는 그 후 복조된 수신된 신호(RX) 데이터를 디지털 제어 섹션(41)에 전송할 수 있다. 상이한 복조 기술이 트랜스폰더 또는 태그(10)로부터 수신된 데이터를 복조할 때 사용될 수 있다. RFID 시스템에 사용되는 변조 및 복조 기술의 예로는 BPSK(binary phase shift keying) 및 ASK(amplitude shift keying)를 포함한다. 판독기 안테나(ANT)의 방사 강도는 질의 범위 및 구역을 결정한다. RFID 시스템의 애플리케이션에 의존하여, RFID 판독기는 안테나의 공진 주파수, 이득, 지향성 및 방사 패턴이 다를 수 있는 상이한 방식으로 설계될 수 있다.

[0073] RFID 판독기(11)의 제어 섹션(41)은 RFID 태그로부터 수신된(Rx) 데이터 상에서 디지털 신호 프로세싱 및 절차를 수행할 수 있다. 또한, 제어 섹션(41)은 RFID 태그(10)로부터의 수신된 데이터를 변조, 충돌-방지 절차 및 디코딩을 수행함으로써 판독기가 무선으로 RFID 태그와 통신하는 것을 가능케 할 수 있다. 이 데이터는 보통, 태그에 질의(판독)하거나 태그를 재프로그래밍(기록)하는데 사용된다. 제어 섹션(41)(예를 들어, 마이크로프로세서)은 보통, 디지털 신호 프로세싱(DSP) 블록(411), 메모리 블록(412), 디코더 블록(413), 인코더 블록(414) 및 통신 인터페이스 블록(415)을 포함할 수 있다. 제어 섹션(41)은 RF 프론트 엔드(40)로부터 수신된 복조된 신호를 수신하고 이를 등가의 디지털 신호로 변환할 수 있다. 디코더(413)는 그 후 수신된 신호를 Rx 데이터로 디코딩하고 DSP(411)는 Rx 데이터에 대한 데이터 프로세싱을 수행할 수 있다. 메모리 블록(412)은 질의된 Rx 데이터, 판독기의 구성 파라미터, 센서-특정 파라미터 등과 같은 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 제어 섹션(41)의 인코더(414)는 Tx 데이터를 인코딩하고, 제어 섹션(41)이 하나의 특정 태그에 또는 질의 구역 내의 모든 태그(10)에 대해 메시지 또는 커맨드를 전송하기를 원할 때 반송파 신호를 변조하기 위해 RF 프론트 엔드(40)에 인코딩된 데이터를 출력할 수 있다. 또한, 제어 섹션(41)은 예를 들어, 전력 증폭기(402)의 이득을 제어함으로써 RF 프론트 엔드(40)의 RF 송신 전력을 제어할 수 있다. 모든 표준 RFID 디지털 통신은 (적절한 변조 기술을 사용하여) 반송파 주파수(fcw)에서 무선 RFID 센서 또는 태그(10)로부터 수신되고 복조기(404) 및 디코더(413)로 프로세싱될 수 있다. 모든 일반적인 RFID 기능성이 Trimble의 사업부인 ThingMagic로부터의 Mercury6e(M6e) 임베디드 UHF RFID 판독기 모듈과 같은 상업용 RFID 판독기로 구현될 수 있다.

[0074] 위에서 논의된 바와 같이, 본 발명의 제 1 양상에 따른 수동 무선 센서에서, 무선 센서의 오실레이션 주파수(fOSC)는 측정된 양에 의존하거나 그에 민감하게 형성될 수 있다. 즉, fOSC는 각각의 특정 순간의 감지된 양에 비례한다. 또한, 위에서 논의된 바와 같이, 수신된 후방산란된 신호는 fOSC에 의해 변조되는데, 즉, 수신된 후방산란된 신호는 주파수(fCW±fOSC)를 갖는다. 측파대는 도 3에서 예시된 바와 같이, 오실레이션 주파수(fOSC)만큼 반송파(fCW)로부터 오프셋된다.

[0075] 본 발명의 일 양상에 따라, 판독기(11)는 순시 오실레이션 주파수(fOSC)에 기초하여 감지된 양의 값을 검출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 주파수(fOSC) 취득 엔티티(405)는 fOSC 또는 수신된 후방산란된 신호로부터 이를 나타내는 파라미터를 유도하기 위해 제공될 수 있다. 이 정보는 신호(416)에 의해 예시된 바와 같이 제어 섹션(41)에 추가로 제공될 수 있다. 엔티티(405)는 선택적으로, 수신된 신호 레벨, 수신된 신호의 신호/잡음 비(SNR) 등과 같은 수신된 후방산란된 신호에 관한 추가 정보를 유도하고 제공할 수 있다. fOSC 취득 엔티티는 예를 들어, 오실레이션 주파수 신호(fOSC)가 획득되도록, 수신된 신호(fCW±fOSC)가 반송파(fCW)와 믹싱되는 다운-믹서(down-mixer)를 포함할 수 있다. 주파수(f_{offset})는 그 후 예를 들어, 주파수 카운팅 방법을 사용하여 적합한 방식으로 측정될 수 있다. fOSC는 또한, 예를 들어, fCW와 fCW±fOSC 사이의 위상 시프트를 결정함으로써 수신된 신호로부터 직접 검출될 수도 있으며, 위상 시프트는 fOSC 사이의 오실레이션 주파수에 비례한다. 수신된 신호 레벨은 임의의 적합한 신호 레벨 검출기로 결정될 수 있다. 신호 레벨 정보는 다수의 상업용 RFID 판독기에서 이미 사용 가능하다.

[0076] 본 발명의 일 양상에 따라, 판독기(11)는 예를 들어, 센서 엘리먼트-특정 구성 정보에 기초하여 센서 엘리먼트-특정 방식으로 센서 태그의 센서 주파수 변조 응답을 측정 값으로 변환하도록 구성된다. 제어 섹션(41)은 주파수-관련 정보를 사용하여 감지된 양의 실제 값을 유도할 수 있다. 제어 섹션(41)은, 센서 태그에서 이용 가능한 센서 엘리먼트, 센서 엘리먼트 각각에 질의하는데 필요한 시간과 같은 해당 무선 센서에 관한 추가 정보(노드 구성 정보로서 또한 지칭됨)를 가질 수 있어서, 예를 들어, 이 정보를 감지된 양의 실제 값으로 변환하고, 교정 동작을 행하고 계산을 행하는 등을 수행한다.

[0077] 통신 인터페이스는 OPC(OLE(object linking and embedding) for Process Control)와 같은 적절한 프로토콜 및 적절한 연결을 사용하여, 판독기(11)가 호스트 컴퓨터 또는 소프트웨어 애플리케이션(43)과 같은 상위 레벨 시스템과 통신하는 것을 가능케 한다. 예를 들어, 판독기는 RS-228 또는 USB 직렬 연결과 같은 직렬 연결을 사용하여 호스트 컴퓨터에 물리적으로 연결될 수 있다. 다른 예로서, 판독기는 유선 또는 무선 네트워크를 통해 호스트 컴퓨터(43)에 연결될 수 있으며, 이에 의해 판독기는 표준 네트워크 디바이스와 같이 동작하고 하드웨어 및 시스템 구성에 대한 특별한 지식을 필요로 하지 않는다. RFID 판독기는 이더넷, TCP/IP, UDP/IP, HTTP, LAN, WLAN 및 기타 등과 같은 다수의 네트워크 프로토콜을 지원할 수 있다. 호스트(43)는 일반적으로 2개의 주요 기능을 수행할 수 있다. 첫째, 그것은 판독기로부터 데이터를 수신하고 필터링 및 대조(collation)와 같은 데이터 프로세싱을 수행한다. 둘째, 그것은 판독기가 적절히, 안전하게 그리고 최신 명령에 따라 기능한다는 것을 확실히 하도록 디바이스 모니터로서 역할을 한다. RFID 판독기는 전원(power supply)(44)을 더 포함할 수 있다. 전원(44)은 예를 들어, 전력 네트워크에 연결된 적절한 AC/DC 어댑터 또는 배터리 전력 소스일 수 있다. 대안적으로, 판독기는 이더넷 또는 USB와 같은 통신 네트워크 연결을 통해 전력을 공급받을 수 있다.

[0078] 본 발명의 제 1 양상에 따른 수동 무선 센서 및 선택적으로 본 발명의 제 2 양상에 따른 판독기를 사용하여, 수동 무선 센서의 판독 거리는 수 미터까지, 방 규모로 증가될 수 있다. 증가된 판독 거리는 하나의 그리고 동일 판독기로 (증가된 판독 범위 내에 위치한) 다수의 수동 무선 센서를 판독하는 것을 가능하게 한다. 다수의 무선 센서는 상이한 유형의 감지 엘리먼트, 상이한 판독 사이클, 상이한 센서 값 포맷/범위, 상이한 온도 보상 어레인지먼트, 상이한 교정 어레인지먼트 또는 다른 센서-특정 파라미터, 특성 또는 구성을 가질 수 있다. 단일 수동 무선 센서에는 상이한 구성 및 파라미터를 갖는 여러 센서 엘리먼트가 또한 있을 수 있다. 예를 들어, UHF RFID 기술(예컨대, 표준 Class-1 Gen-2 anti-collision)이 다수의 무선 태그의 판독에 관한 이슈 대부분에 대처하였지만, 상이한 센서 특성을 갖는 다수의 수동 무선 센서를 관리 및 판독하기 위한 방법, 루틴 및 어레인지먼트를 제공할 필요가 있다.

[0079] 각각의 질의 동안, 판독기(11)는 감지 엘리먼트(28)가 제공된 센서 태그(10)에 RF 질의 메시지를 전송하고 센서(10)로부터 후방산란된 응답 신호(fCW±fOSC)를 수신할 수 있다. 판독기(11)는 순시 오실레이션 주파수(fOSC)에 기초하여 감지된 양의 값(v)을 검출하고 센서 값을 저장하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 주파수(fOSC) 취득 엔티티(405)는 도 4를 참조하여 설명된 바와 같이, 수신된 후방산란된 신호로부터 fOSC 또는 그것을 나타내는 파라미터를 유도할 수 있고, 이를 메모리(412)에 저장할 수 있는 제어 섹션(41)에 이를 추가로 포워딩할 수 있다. 따라서, 센서에 대한 각각의 질의(n)(여기서 n = 1, 2, 3, 4, ..., N)는, 판독기가 주위의 각각의 센서 엘리먼트에 대해 센서 값의 시퀀스(..., v_{n-1}, v_n, v_{n+1}, ...)를 저장하도록 그 센서 엘리먼트에 대해 하나의 센서 값(v_n)을 생성할 수 있다. 센서 엘리먼트는 한 번에 하나씩 교대로 질의되지만(시간 멀티플렉싱), 그의 질의 레이트는 서로 상당히 다를 수 있다.

[0080] 수동 RFID 센서의 질의 또는 판독은 센서에 전력을 공급하기 위한 "온-에어(on-air)" 시간을 요구한다. 필요한 시간은 사용된 센서에 의존하여, 2-3ms와 같이 매우 짧거나 또는 10-50ms와 같이 비교적 길 수 있다. 또한, 태그에서 수신된 무선 주파수 신호 전력 및 판독기에서 수신된 후방산란된 신호의 전력이 판독기와 태그 사이의 거리에 따라 급격히 떨어진다는 것에 유의하는 것이 중요하다. 따라서, 판독기의 송신 전력이 상응하게 증가하지 않으면 센서에 전력을 공급하는데 필요한 시간이 거리에 따라 증가할 수 있다. 또한, 판독기에 의해 태그의 방향으로 송신되는 신호의 전력을 결정하는 최대 허용 EIRP(equivalent isotropic radiated power)는 통상적으로 국가 규제(예를 들어, 북미에서, 4W)에 의해 제한된다. 어떤 경우든, 수신기에서 후방산란된 신호의 전력은 거리에 따라 감소하며, 이는 에러 레이트를 증가시킬 것이다. 또한, 무선 통신의 성질로 인해, 질의 이벤트에 영향을 미치는 일정한 산발적 노이즈가 존재한다.

[0081] RFID 통신에 대해 사용 가능한 무선 대역폭은 무제한이 아니라, 사실상 매우 부족하다. 다수의 센서가 매우 자주 질의되어야 하는 경우, RFID 스펙트럼 내에 보다 많은 무선 노이즈가 존재한다. 센서가 덜 자주 질의될 수 있는 경우, 예를 들어, 센서의 질의 레이트(R)(단위 시간 당 질의의 수)가 감소되는 경우, 더 많은 무선 스펙트럼이 통신을 위한 다른 판독기 및 센서에 대해 자유롭게 된다. 질의 사이클(IC = 1/R)은 질의의 시작부터 다음 질의의 시작까지의 시간 지속기간이다.

[0082] 필요한 센서 값을 최신 상태로 유지하는데 필요한 최소 질의 레이트 또는 사이클을 결정하는 것은 어렵다. 수동 RFID 센서 태그(10)가 제어 루프의 일부일 수 있는 제어 시스템에서, 최소 질의 사이클은 요구되는 제어 사이클이 될 것이지만, 대부분의 경우 판독이 더 자주 수행된다.

[0083] 본 발명의 일 양상에 따라, 질의 레이트는 판독기에서 수신된 센서 값의 통계적 분석에 기초하여 제어된다. 수

신된 센서 값이 명백히 잘못되었다고 통계 분석이 표시하는 경우, 질의 레이트는 적어도 일시적으로 변경될 수 있다. 이 접근법은 명백히 결함이 있는 센서 판독을 필터링한다.

[0084] 수신된 센서 값의 통계적 분석에 기초하여 질의 레이트를 제어하는 예가 도 5 및 도 6에 예시된다. 도 5는 하나의 특정 센서에 대한 15개의 연속적인 질의(I_1, I_2, ..., I_{15})에 대한 수신된 센서 값(v_1, v_2, ..., v_{15})을 예시한다. 질의 범위 내의 각각의 센서에 대해 유사한 프리젠테이션이 형성될 수 있다. 센서 엘리먼트는 한 번에 하나씩 교대로 질의되지만(시간 멀티플렉싱), 그의 질의 레이트는 서로 상당히 다를 수 있다. 도 6은 하나의 특정 센서에 대한 예시적인 제어 절차를 예시하는 흐름도를 예시한다. 유사한 제어 절차가 주위의 각각의 센서에 대해 별도로 수행될 수 있다.

[0085] 처음에, 판독기(11)는 판독기(11)의 판독 범위 내의 모든 센서로부터 이전의 질의된 센서 값의 N개의 값을 저장할 수 있다. 저장된 값의 수 N은 선택 가능한 파라미터이고 상이한 센서에 대해 상이할 수 있지만, 더 높은 수, 바람직하게는, 적어도 10-20개의 최종 질의된 센서 값이 저장되면 예측의 정확도가 더 양호하다. 이들 N개의 이전의 센서 값에 기초하여, 질의될 다음 값 또는 값들에 대한 값 범위(50)가 센서에 대해 예측된다(도 6의 단계 60). 유사하게, 각각의 값 범위(50)는 주위의 각각의 센서에 대해 별도로 예측될 수 있다. 예를 들어, 값 범위(50)는 다음 센서 값(들) 및 센서 값에 대해 허용된 허용오차(tolerance)를 예측함으로써 예측될 수 있다. 특정 센서의 예측(50)은, 예측이 점진적으로 변하는 센서 값에 대해 적응될 수 있도록, 각자로부터의 새로운 질의된 센서 값이 수락되고 저장될 때마다 업데이트될 수 있다. 예측은 저장된 값의 외삽(extrapolation), 보간(interpolation), 선형 회귀 등에 의해 수행될 수 있다. 허용오차는 분산 또는 유사한 통계 값에 의해 정의될 수 있다.

[0086] 질의 I_1에서, 다음 센서 값 v_1이 센서로부터 획득된다(도 6의 단계 61). 판독기(11)는 특정 센서로부터의 이러한 다음 질의된 센서 값 v_1이 그 센서의 예측된 값 범위(50) 내에 속하는지 여부를 검사할 수 있다(도 6의 단계 63). 질의된 값 v_1이 예측된 값 범위(50) 내에 있기 때문에, 질의된 값 v_1이 수락 및 저장되고(도 6의 단계 64), 센서의 예측된 값 범위(50)는 새로운 센서 값 v_1으로 업데이트된다(도 6의 단계 60). 센서의 질의 레이트 R은 변경되지 않은 채로 유지될 수 있다. 또한, 다음 질의들 I_2, I_3, I_4, I_5는 예측된 센서 값 범위(50) 내에 있는 질의된 값 v_2, v_3, v_4, v_5를 제공하고, 그리하여 동일한 절차가 반복된다(도 6의 단계 60-64). 예측된 센서 값 범위(50)는 도 5에서 예시된 바와 같이 점진적으로 하강하는 센서 값에 대해 적응된다.

[0087] 질의 I_6에서, 센서로부터의 질의된 센서 값 v_6는 센서(P)의 예측된 범위(50) 내에 있지 않다. 그 결과, 질의된 센서 값 v_6는 쉽게 수락되지 않고, 비교를 위한 새로운 질의된 센서 값 v_7을 획득하기 위해 센서의 즉각적인 재-질의 I_7이 이루어질 수 있다(도 6의 단계 65). 따라서, 센서의 질의 레이트 R은 일시적으로 증가된다. 이 새로운 질의된 값 v_7이 예측된 범위(50) 내에 있기 때문에, 새로운 질의된 센서 값 v_7은 수락 및 저장될 수 있고, 이전의 범위밖(out-of-range) 질의된 센서 값 v_6는 드롭(drop)될 수 있다(도 6의 단계 67). 센서의 예측된 값 범위(50)는 새로운 센서 값 v_7으로 업데이트될 수 있다(도 6의 단계 60). 예측된 센서 값의 허용된 허용오차 또는 편차는 고정되거나 동적으로 조정될 수 있다. 예를 들어, 허용오차는 N개의 최종 저장된 센서 값의 분산과 같은 통계적 파라미터일 수 있다.

[0088] 또한, 다음 질의 I_8, I_9, I_{10}, I_{11}, I_{12}, I_{13}은 예측된 센서 값 범위(50) 내에 있는 질의된 값 v_8, v_9, v_{10}, v_{11}, v_{12}, v_{13}을 제공하고 그리하여, 동일한 절차가 반복된다(도 6의 단계 60-64). 예측된 센서 값 범위(50)는 점진적으로 증가하는 센서 값에 대해 적응하지만 센서의 질의 레이트 R은 변경되지 않은 채로 유지될 수 있다.

[0089] 질의 I_{14}에서, 센서로부터의 질의된 센서 값 v_{14}은 센서의 예측된 범위(50) 내에 있지 않다(도 6의 단계 63). 그 결과, 질의된 센서 값 v_{14}은 쉽게 수락되지 않고, 비교를 위한 새로운 질의된 센서 값 v_{15}을 획득하기 위해 센서에 대한 즉각적인 재-질의 I_{15}이 이루어질 수 있다(도 6의 단계 65). 따라서, 센서의 질의 레이트 R은 일시적으로 증가된다. 그러나 이제, 새로운 즉각적으로 재-질의된 센서 값 v_{15}조차도 예측된 센서 값 범위(50) 밖에 있다(도 6의 단계 66). 다른 한편, 새로운 질의된 센서 값 v_{15}은 이전의 질의된 범위밖 센서 값 v_{14}과 비교적 근접(예컨대, 허용오차 내)(도 6의 단계 68)하므로, 판독기(11)는 감지된 압력 값에 실제 변화가 존재한다고 가정할 수 있다. 따라서, 이전의 범위밖 질의된 센서 값 v_{14} 및 새로운 범위밖 질의된 센서 값 v_{15} 모두가 수락 및 저장

될 수 있다(도 6의 단계 69). 예측된 센서 값 범위(50)는 센서 값의 상당히 급격한 변화에 대해 계단식으로(step-wise) 적응된다(도 6의 단계 60).

[0090] 단계 68에서, 새로운 즉각적으로 재-질의된 센서 값 v_n 및 마지막 이전의 질의된 센서 값 v_{n-1} 모두가 예측된 센서 값 범위 밖에 있고 서로 상대적으로 멀리 떨어져 있다면(예를 들어, 허용오차 내에 있지 않음), 이전의 범위 밖 질의된 센서 값 v_n 및 v_{n-1} 중 어느 것도 즉각적으로 수용되지 않고, 비교를 위한 새로운 질의된 센서 값 v_{n+1}을 획득하기 위해 센서의 추가의 즉각적인 재-질의가 이루어질 수 있다(도 6의 단계 65). 새로운 재-질의는, 안정된 상황이 달성될 때까지, 예를 들어, 2개 또는 그 초과의 연속적인 센서 값이 예측된 센서 값 범위(50) 내에 있거나(단계 66, 67) 또는 유효한 센서 값으로서 수락되도록 서로에 대해 충분히 근접한 범위밖 값이 될 때까지(단계 68, 69), 새로운 재-질의가 행해질 수 있다(단계 65, 66, 68). 따라서, 센서의 질의 레이트 R은 양호한 상황이 발견될 때까지 증가된 채로 유지될 수 있고, 질의 레이트 R은 그 후 정상 값으로 감소될 수 있다(절차는 단계 60으로 리턴함).

[0091] 도 7은 하나의 특정 센서에 대한 다른 예시적인 제어 절차를 예시하는 흐름도를 예시한다. 유사한 제어 절차가 주위의 각각의 센서에 대해 별도로 수행될 수 있다. 이 예에서, 통계적 기준은 질의된 센서 값의 분산이다.

[0092] 처음에, 판독기(11)는 판독기(11)의 판독 범위 내의 모든 센서로부터 이전의 질의된 센서 값의 적어도 N개의 값을 저장할 수 있다. 이들 N개의 이전의 센서 값에 기초하여, 질의된 센서 값의 분산의 장시간 평균이 센서에 대해 계산된다(도 7의 단계 70). 이 장시간 평균은 제어 절차에서 분산에 대한 기준 값으로서 사용된다. 유사하게, 주위의 각각의 센서에 대해 각각의 분산의 장시간 평균이 별도로 계산될 수 있다. 특정 센서의 장시간 평균은, 이 평균이 점진적으로 변하는 센서 값에 대해 적응될 수 있도록, 각자로부터의 새로운 질의된 센서 값이 수락되고 저장될 때마다 업데이트될 수 있다.

[0093] 다음 질의가 질의 레이트 R로 센서에 대해 수행된다(도 7의 단계 71). 센서의 분산의 단시간 평균이 새로운 질의된 센서 값이 수락 및 저장될 때마다 계산될 수 있다(도 7의 단계 72). 단기간 분산은 적은 수의 이전의 질의된 센서 값에 대해 계산될 수 있다. 단시간 평균이 장시간 기준 분산과 실질적으로 동일하다면(도 7의 단계 73), 센서의 현재의 질의 레이트 R은 유지되고(도 7의 단계 74), 절차는 단계 70으로 리턴할 수 있다. 단시간 평균이 장시간 기준 분산과 실질적으로 동일하지 않으면(도 7의 단계 73), 단시간 평균이 장시간 기준 분산보다 작은지 또는 큰지 여부가 검사될 수 있다(도 7의 단계 75). 단시간 평균이 장시간 기준 분산보다 작으면, 센서의 질의 레이트 R이 증가될 수 있고(도 7의 단계 76), 절차는 단계 70으로 리턴할 수 있다. 단시간 평균이 장시간 기준 분산보다 크면, 센서의 질의 레이트 R이 감소될 수 있고(도 7의 단계 77), 절차는 단계 70으로 리턴할 수 있다.

[0094] 수신된 센서 값의 통계적 분석에 기초하여 질의 레이트를 제어하는 방법에 대해 위에서 예시된 예시적인 실시예는, 수신된 후방산란된 신호의 신호 대 잡음 비(SNR)가 허용 가능하다고 가정하면, 즉 열악한 SNR로 인해 감지된 값에 부정확성이 없으면, 잘 작동한다. 수신된 신호(fOSC)의 수락 가능한 신호 대 잡음 비(SNR)는 도 8a에서 예시된다. 주파수(fOSC)에서의 신호 전력은 노이즈 레벨보다 훨씬 높다. 수신된 신호(fOSC)의 신호 대 잡음 비(SNR)가 낮을 때, 즉 수락 가능하지 않을 때, 주파수(fOSC)에서의 신호 전력은 노이즈 레벨에 근접하고, 노이즈는 검출된 오실레이션 주파수(fOSC)에서 일부 시프트 또는 에러를 생성할 수 있는데, 예를 들어, 도 8b에 도시된 바와 같이, 올바른 주파수(fOSC) 대신에 주파수(f'osc)가 검출될 수 있다. 수락 불가능한 낮은 SNR로 인한 주파수 시프트는 또한, 도 8c에 예시된 바와 같이 시간에 따라 변동될 수 있다. 낮은 SNR로 인한 검출된 오실레이션 주파수의 이러한 시프트는, 센서 태그(10)에서 감지 엘리먼트에 의해 측정된 실제 센서 값에서 대응하는 변화가 없더라도, 판독기(11)가 검출된 센서 값에서 유사한 시프트 또는 변화를 해석하게 할 수 있다. 또한, 열등한 SNR로 인해, 판독기(11)는 통계 연산에서 부정확한 센서 값을 사용하여 예측된 값 범위의 계산을 수행할 수 있으며, 이는 올바르지 않은 예측된 값 범위로 이어질 수 있다.

[0095] 도 5에 예시된 예에서, SNR이 수락 가능하지 않고 주파수 시프트가 도 9a에서 예시된 바와 같이 발생할 때, 센서 값 v_9 내지 v_{13}이 수신되었을 것이라고 가정한다. 수락 가능한 SNR 조건 하에서, 센서 값 v_9 내지 v_{13}은 도 9a의 점선 원에 의해 예시된 바와 같이 센서의 예측된 값 범위(50) 내에 속한다. 그러나 수락 불가능한 SNR 조건 하에서, 질의된 센서 값 v_9은 예측된 값 범위(50) 내에 속하지 않는다. 또한, 재-질의된 값 v_{10}은 예측된 값 범위(50) 밖에 있지만, 이전의 범위밖 센서 값 v_9에 비교적 근접하고, 양자의 값은 SNR이 수락 가능하지 않더라도 쉽게 수락된다. 이러한 상황은 판독기가, 유효한 센서 값으로서 유효하지 않은 값을 수락하게 하고, 이것은 또한 판독기가 틀린 경로를 따라 틀린 예측된 값 범위를 계산하게 할 수 있다. 예를 들어, 도 9a에서, 다음의 질

의된 센서 값 v_{11} 내지 v_{13}이 이전의 범위밖 값에 근접하게 또한 시프트됨에 따라 틀린 예측된 값 범위(90)가 형성된다. 따라서, 잘못된 센서 값이 체계적으로 수락될 것이다. 의사 노이즈(spurious noise) 또는 간섭으로 인한 단일 센서 값의 시프트(예를 들어, v_6)는 통계 분석에 의해 필터링될 것이다.

[0096] 다른 예로서, 도 9b 및 9c는 시간에 따른 SNR의 점진적 변화 및 센서 값 v_1-v_{10}의 대응하는 점진적인 변화를 예시한다. 수락 가능한 SNR 동안, 정확한 센서 값 v_1 내지 v_7이 검출되고 예측된 값 범위(50)가 올바르게 계산된다. 그러나 SNR이 점진적으로 점차 낮게 변할 때, 센서 값 v_8-v_{12}는 점진적으로 점차 부정확해지고, 또한 올바르지 않은 값에 기초하여 계산된 예측된 값 범위(90)는, 수락 가능한 SNR 조건 동안 검출된 올바른 센서 값에 기초하여 계산된 예측된 값 범위(50)로부터 점진적으로 벗어난다.

[0097] 본 발명의 또 다른 양상에 따라, 질의된 센서 값에 기초한 질의 레이트 R의 통계적 제어는, 수신된 후방산란된 신호의 신호-잡음-비(SNR)에 의해 야기될 수 있는 질의된 센서 값의 부정확성을 감소시키도록 구성된 질의 전력 제어와 병렬로 또는 이와 조합하여 이루어진다.

[0098] 도 10은 질의 레이트 R의 통계적 제어와 병렬로 수행될 수 있는 질의 전력 Pint의 통계적 제어를 예시하는 흐름도이다. 예시적인 전력 제어 절차가 하나의 특정 센서에 대해 예시된다. 유사한 제어 절차가 주위의 각각의 센서에 대해 별도로 수행될 수 있다. 이 예시적인 전력 제어 절차에서, 통계적 기준은 특정 센서의 질의 동안 후방산란된 신호의 신호/잡음 비(SNR)의 장시간 평균이며, 질의 전력이 제어된다. 순시 SNR 값은 판독기(11)의 RF 프론트 엔드(60)에 의해, 예를 들어, RX 레벨 검출 유닛(405)에 의해 측정되고, 제어 절차를 위해 디지털 제어(41)에 제공될 수 있다.

[0099] 처음에, 판독기(11)는 판독기(11)의 판독 범위 내의 각각의 센서로부터 적어도 N개의 이전의 질의의 SNR 값을 저장할 수 있다. 이들 N개의 이전 SNR 값에 기초하여, SNR의 장시간 평균이 센서에 대해 계산된다(도 10의 단계 100). 이 장시간 평균은 제어 절차에서 SNR에 대한 기준 값으로서 사용된다. 유사하게, 주위의 각각의 센서에 대해 각각의 SNR의 장시간 평균이 별도로 계산될 수 있다. 특정 센서의 장시간 평균 SNR은, 이 평균이 점진적으로 변하는 라디오 조건, 예를 들어, 변하는 거리에 대해 적응될 수 있도록, 각자로부터의 새로운 질의된 센서 값이 수락되고 저장될 때마다 업데이트될 수 있다.

[0100] 다음 질의는 송신된 질의 전력 Pint로 센서에 대해 수행된다(도 10의 단계 101). 센서의 SNR의 단시간 평균이 새로운 질의된 센서 값이 수락 및 저장될 때마다 계산될 수 있다(도 10의 단계 102). 단기간 SNR은 적은 수의 이전의 질의에 대해 계산될 수 있다. 단시간 평균 SNR이 장시간 기준 SNR과 실질적으로 동일하다면(도 10의 단계 103), 현재의 질의 전력 Pint는 센서에 대해 유지되고(도 10의 단계 104), 절차는 단계 100으로 리턴할 수 있다. 단시간 평균 SNR이 장시간 기준 SNR과 실질적으로 동일하지 않으면(도 10의 단계 103), 단시간 평균 SNR이 장시간 기준 SNR보다 작은지 또는 큰지 여부가 검사될 수 있다(도 10의 단계 105). 단시간 평균 SNR이 장시간 기준 SNR보다 작으면, 센서에 대한 질의 전력 Pint가 증가될 수 있고(도 10의 단계 106), 절차는 단계 100으로 리턴할 수 있다. 단시간 평균 SNR이 장시간 기준 SNR보다 크면, 센서에 대한 질의 전력 Pint가 감소될 수 있고(도 10의 단계 107), 절차는 단계 100으로 리턴할 수 있다.

[0101] 본 발명의 또 다른 양상에 따라, 질의 레이트 R의 통계적 제어 및 질의 전력 Pint의 통계적 제어가 결합될 수 있다. 예를 들어, 질의 전력 제어가 주 제어이고 질의 레이트 제어가 보조 제어가 되도록 제어가 결합될 수 있다. 따라서, 수신된 센서 데이터의 품질은 먼저 질의 전력 제어에 의해 개선되도록 시도될 수 있고, 질의 전력 제어가 가능하지 않거나 유효하지 않으면, 예를 들어, 최대 허용되는 EIRP가 도달되면, 질의 레이트 제어가 시도된다. 이러한 접근법은 낮은 질의 레이트 및 그리하여 더 많은 질의되는 센서들을 허용할 수 있다. 다른 예로서, 질의 레이트 제어가 주 제어이고 질의 전력 제어가 보조 제어가 되도록 제어가 결합될 수 있다. 따라서, 수신된 센서 데이터의 품질은 먼저 질의 레이트 제어에 의해 개선되도록 시도될 수 있고, 질의 레이트 제어가 가능하지 않거나 유효하지 않으면, 예를 들어, 질의 레이트가 질의되는 센서의 수를 감소시킴 없이 증가될 수 없으면, 질의 전력 제어가 시도된다. 이 접근법은 더 낮은 질의 전력 및 더 낮은 무선 간섭을 허용할 수 있다.

[0102] 도 11은 하나의 특정 센서에 대한 예시적인 결합된 제어 절차를 또한 도시하는 흐름도를 예시한다. 유사한 제어 절차가 주위의 각각의 센서에 대해 별도로 수행될 수 있다. 이 예에서, 통계적 기준은 특정 센서의 질의 동안 후방산란된 신호의 신호/잡음 비(SNR)의 장시간 평균뿐만 아니라, 질의된 센서 값의 분산의 장시간 평균이며, 질의 전력 및 질의 레이트 둘 다가 제어된다. 순시 SNR 값은 판독기(11)의 RF 프론트 엔드(50)에 의해, 예를 들어, RX 레벨 검출 유닛(405)에 의해 측정되고, 제어 절차를 위해 디지털 제어(41)에 제공될 수 있다.

[0103] 처음에, 판독기(11)는 질의된 센서 값의 분산의 함수로서, 판독기(11)의 판독 범위 내의 각각의 센서로부터 적어도 N개의 이전의 질의의 SNR 값을 저장할 수 있다. 즉, SNR 및 분산의 쌍이 각각의 질의에 대해 저장될 수 있다. 이들 N개의 이전의 SNR 값에 기초하여, 질의된 센서 값의 분산의 함수로 SNR의 장시간 평균이 센서에 대해 계산되고(도 11의 단계 110), 예를 들어, 표 형식으로 저장될 수 있다. 분산 값의 다수의 빈(bin)이 있을 수 있으며, 각각의 빈은 분산 값의 전체 범위의 서브-범위를 커버한다. 특정 빈에 대한 장시간 평균 SNR은, 그의 대응하는 분산 값이 특정 빈 내에 속하는 SNR 값에 기초하여 계산될 수 있다. 이 장시간 평균은 제어 절차에서 SNR에 대한 기준 값으로 사용된다. 유사하게, 각각의 센서에 대해 각각의 SNR의 장시간 평균이 주위의 별도로 계산될 수 있다. 특정 센서의 장시간 평균 SNR은, 이 평균이 점진적으로 변하는 라디오 조건, 예를 들어, 변하는 거리에 대해 적응될 수 있도록, 각자로부터의 새로운 질의된 센서 값이 수락되고 저장될 때마다 업데이트될 수 있다.

[0104] 다음 질의는 송신된 질의 전력 Pint 및 질의 레이트 R로 센서에 대해 수행된다(도 11의 단계 111). 질의의 SNR 및 분산이 측정되거나 계산된다(도 11의 단계 112). 질의의 SNR이 질의의 분산에 대응하는 장시간 기준 SNR과 실질적으로 동일한 경우(도 11의 단계 113), 센서에 대해 현재의 질의 전력 Pint(및 선택적으로 현재의 질의 레이트)이 유지되고(도 11의 단계 114), 절차는 단계 110으로 리턴할 수 있다. 질의의 SNR이 질의의 분산에 대응하는 장시간 기준 SNR과 실질적으로 동일하지 않은 경우(도 11의 단계 113), 질의의 SNR이 질의의 분산에 대응하는 장시간 기준 SNR보다 작은지 또는 큰지 여부가 검사될 수 있다(도 11의 단계 115). 질의의 SNR이 질의의 분산에 대응하는 장시간 기준 SNR보다 작은 경우, 센서에 대한 질의 전력 Pint는 감소될 수 있고(및 선택적으로 현재의 질의 레이트 R은 유지될 수 있음)(도 11의 단계 116), 절차는 단계 110으로 리턴할 수 있다. 질의의 SNR이 질의의 분산에 대응하는 장시간 기준 SNR보다 큰 경우 그리고 질의 전력 Pint가 최대 허용되는 EIRP를 초과하지 않는 경우(도 11의 단계 117), 센서에 대한 질의 전력 Pint는 증가될 수 있고(선택적으로, 현재의 질의 레이트 R은 유지될 수 있음)(도 11의 단계 118), 절차는 단계 110으로 리턴할 수 있다. 질의의 SNR이 질의의 분산에 대응하는 장시간 기준 SNR보다 큰 경우 그리고 질의 전력 Pint가 최대 허용되는 EIRP를 초과할 경우(도 11의 단계 117), 센서에 대한 질의 전력 Pint는 변하지 않지만, 센서의 질의 레이트 R은 조정될 수 있고(도 11의 단계 119), 절차는 단계 110으로 리턴할 수 있다. 조정 단계 119는 낮은 SNR에 대해 판독기를 적응시키기 위해 센서의 질의 레이트 R을 증가시킬 수 있다. 조정 단계 119는 평균화된 분산 기준에 기초하여 2개의 방향으로 작동할 수 있다. 분산이 그의 기준 아래로 떨어지면, 판독기는 질의 레이트 R을 감소시킬 수 있고, 그 반대로, 분산이 그의 기준 위로 상승하면, 판독기는 질의 레이트 R을 증가시킬 수 있다. 조정 단계 119는 예를 들어, 도 9를 참조하여 예시된 바와 같이 구현될 수 있다. 실시예에서, 질의 레이트 R의 조정(단계 119A)은, 질의 레이트가 그의 기준으로 제어될 수 있도록 질의 전력 Pint를 유지하는 단계에 후속할 수 있다. 그 대신에 또는 부가적으로, 질의 레이트 R의 조정(단계 119B)은 또한 질의 전력 Pint를 감소시키는 단계(단계 116) 및/또는 이를 증가시키는 단계에 후속할 수 있다.

[0105] SNR을 개선하기 위해 전력 관리를 사용하는 것과 관련된 실제적인 문제는, 실제로, RFID 판독기에 의해 사용되는 질의 전력은, 가능한 한 긴 판독 거리를 달성하기 위해 최대 허용되는 EIRP(EU에서는 2W, 미국에서는 4W)란 점이다. 그러한 경우, 질의 전력은 더 이상 증가될 수 없다.

[0106] 본 발명의 또 다른 양상에 따라, 질의된 센서 값에 기초한 질의 레이트 R의 통계적 제어는, 수신된 후방산란된 신호의 신호-잡음-비(SNR)에 의해 야기될 수도 있는 질의된 센서 값의 부정확성을 고려하도록 구성된다. 이러한 접근법은 RFID 판독기에 의해 사용되는 질의 전력이 최대 허용되는 EIRP이거나, 전력 제어가 어떤 다른 이유로 사용될 수 없을 때 특히 유리하다. SNR에 의해 야기되는 부정확성은 본 발명의 범위를 벗어남 없이, 센서 값의 해석에 있어서 다양한 방식으로 고려될 수 있다. 일 실시예에서, 낮은 SNR로 인해 잠재적으로 부정확한 센서 값은 거부될 수 있다. 일 실시예에서, 낮은 SNR로 인해 잠재적으로 부정확한 센서 값은 부정확성을 감소시키도록 정정되거나 보상될 수 있다. 일 실시예에서, 낮은 SNR로 인해 잠재적으로 부정확한 센서 값은 다음 값 또는 값들에 대한 값 범위를 예측하는데 있어 사용되는 센서 값으로부터 배제될 수 있다. 일 실시예에서, 낮은 SNR로 인해 어떠한 조치도 즉시 취해질 수 없지만 센서 값은 그 정확도에 관한 정보와 함께 저장될 수 있다. 정확도 정보는 SNR 관련 정보를 포함할 수 있다. 상위층 애플리케이션 또는 사용자는 추가의 프로세싱 또는 분석을 위해 정확도 정보 및 선택적 SNR 정보를 활용할 수 있다.

[0107] 도 12는 범위밖 값을 거절함으로써 신호-잡음-비(SNR)에 의해 야기될 수도 있는 질의된 센서 값의 부정확성을 고려하도록 구성된 질의된 센서 값에 기초한 질의 레이트(R)의 통계적 제어의 예시적인 제어 절차를 예시하는 흐름도이다. 유사한 제어 절차가 주위의 각각의 센서에 대해 별도로 수행될 수 있다. 이 예에서, 통계적 기준은 질의된 센서 값의 분산이다.

[0108] 처음에, 판독기(11)는 판독기(11)의 판독 범위 내의 각각의 센서로부터 적어도 N개의 이전의 질의의 SNR 값을 저장할 수 있다. 이들 N개의 이전 SNR 값에 기초하여, SNR의 장시간 평균이 센서에 대해 계산된다(도 12의 단계 120). 이 장시간 평균은 제어 절차에서 SNR에 대한 기준 값으로서 사용된다. 유사하게, 주위의 각각의 센서에 대해 각각의 SNR의 장시간 평균이 별도로 계산될 수 있다. 특정 센서의 장시간 평균 SNR은, 이 평균이 점진적으로 변하는 라디오 조건, 예를 들어, 변하는 거리에 대해 적응될 수 있도록, 각자로부터의 새로운 질의된 센서 값이 수락되고 저장될 때마다 업데이트될 수 있다.

[0109] 판독기(11)는 또한 판독기(11)의 판독 범위 내의 모든 센서로부터 이전의 질의된 센서 값의 적어도 N개의 값을 저장할 수 있다. 저장된 값의 수(N)는 선택 가능한 파라미터이고 상이한 센서에 대해 상이할 수 있지만, 더 높은 수, 바람직하게는, 적어도 10-20개의 최종 질의된 센서 값이 저장되면 예측의 정확도가 더 양호하다. 이들 N개의 이전의 센서 값에 기초하여, 질의될 다음 값 또는 값들에 대한 값 범위(50)가 센서에 대해 예측된다(도 12의 단계 121). 유사하게, 각각의 값 범위(50)는 주위의 각각의 센서에 대해 별도로 예측될 수 있다. 예를 들어, 값 범위(50)는 다음 센서 값(들) 및 센서 값에 대해 허용된 허용오차를 예측함으로써 예측될 수 있다. 특정 센서의 예측(50)은, 예측이 점진적으로 변하는 센서 값에 대해 적응될 수 있도록, 각자로부터의 새로운 질의된 센서 값이 수락되고 저장될 때마다 업데이트될 수 있다. 예측은 저장된 값의 외삽, 보간, 선형 회귀 등에 의해 수행될 수 있다. 허용오차는 분산 또는 유사한 통계 값에 의해 정의될 수 있다.

[0110] 다음 질의가 센서에 대해 수행된다(도 12의 단계 122). 센서의 SNR의 단시간 평균은 새로운 질의된 센서 값이 획득될 때마다 계산될 수 있다(도 12의 단계 123). 단기간 SNR은 적은 수의 이전의 질의에 대해 계산될 수 있다. 단시간 SNR은 또한, 단지 새로운 질의된 센서 값에 대해서 측정되거나 계산된 순시 SNR일 수도 있다.

[0111] 단시간 평균 SNR이 장시간 기준 SNR보다 작은 경우(도 12의 단계 124), 새로운 질의된 센서 값은 충분히 정확지 않은 것(즉, 부정확)으로 결정되고(도 12의 단계 125) 절차는 단계 127로 진행된다. 단시간 평균 SNR이 장시간 기준 SNR보다 큰 경우(도 12의 단계 124), 새로운 질의된 센서 값은 충분히 정확한 것(즉, 정확)으로 결정되고(도 12의 단계 126) 절차는 단계 127로 진행된다.

[0112] 그 후, 판독기(11)는 먼저 특정 센서로부터의 이러한 다음 질의된 센서 값이 그 센서의 예측된 값 범위(50) 내에 속하는지 여부를 검사할 수 있다(도 12의 단계 127). 새로운 질의된 값이 예측된 값 범위(50) 내에 있으면, 새로운 질의된 값은 수락 및 저장되고(도 12의 단계 128), 프로세스는 단계 120으로 리턴할 수 있다.

[0113] 센서로부터의 새로운 질의된 센서 값이 센서의 예측된 범위(50) 내에 있지 않으면(단계 127), 프로세스는 단계 127로부터 단계 131로 진행될 수 있다.

[0114] 그러나 일부 실시예에서, 점선으로 도시된 선택적 단계 129 및 130이 있을 수 있다. 선택적 단계에서, 센서로부터의 새로운 질의된 센서 값이 센서의 예측된 범위(50) 내에 있지 않으면(단계 127), 판독기(11)는 새로운 질의된 값이 충분히 정확한 것으로 결정되었는지 여부를 검사한다(단계 129). 새로운 질의된 값이 충분히 정확하지 않은 것으로 결정되면, 새로운 질의된 값은 부정확한 범위밖 값으로서 드롭될 수 있고, 프로세스는 단계 120으로 리턴할 수 있다. 새로운 질의된 센서 값이 충분히 정확한 것으로 결정되면, 프로세스는 단계 131로 진행될 수 있다.

[0115] 단계 131에서, 정확한 범위밖 센서 값이 쉽게 수락되지 않고, 비교를 위한 새로운 질의된 센서 값을 획득하기 위해 센서의 즉각적인 재-질의가 이루어질 수 있다. 따라서, 센서의 질의 레이트 R은 일시적으로 증가된다. 그 후, 판독기(11)는 특정 센서로부터의 이러한 재-질의된 센서 값이 그 센서의 예측된 값 범위(50) 내에 속하는지 여부를 검사할 수 있다(도 12의 단계 132). 재-질의된 값이 예측된 범위(50) 내에 있으면, 재-질의된 센서 값은 수락 및 저장될 수 있고, 이전의 범위밖 질의된 센서 값은 드롭될 수 있고(도 6의 단계 133) 프로세스는 단계 120으로 리턴할 수 있다. 그러나 즉각적으로 재-질의된 센서 값조차도 예측된 센서 값 범위(50) 밖에 있으면(도 12의 단계 132), 판독기(11)는 재-질의된 센서 값이 이전의 질의된 범위밖 센서 값에 비교적 근접(예를 들어, 허용오차 내)한지 여부를 검사할 수 있다(도 12의 단계 134). 질의된 범위밖 값이 서로 근접하지 않으면, 프로세스는 재-질의를 수행하도록 단계 131로 리턴할 수 있다. 질의된 범위밖 값이 서로 근접하면, 범위밖 센서 값 모두는 수락 및 저장될 수 있고(단계 135), 프로세스는 단계 120으로 리턴할 수 있다.

[0116] 일부 실시예에서, 단계 131에 따른 재-질의는, 단계 123 내지 126을 참조하여 새로운 질의된 값에 대해 설명된 것과 유사한 방식으로, 재-질의된 센서 값을 프로세싱하는 것을 포함할 수 있다. 다시 말해서, SNR의 단시간 평균이 재-질의된 센서 값에 대해 계산될 수 있고, 재-질의된 센서 값은 SNR에 기초하여 정확하거나 부정확한 것으로 결정될 수 있다.

[0117] 본 발명의 실시예는 정확하거나 부정확한 센서 값을 구별하는 것을 가능케 한다. 부정확한 센서 값은 즉각적으로 또는 포스트-프로세싱에서 보상되거나 정정될 수 있다. 이는 주파수(fOSC)(및 그로 인한 감지된 값에 의해)가 증가된 노이즈로 인해 드리프트한다는 사실로 인해 SNR에 기초하여 달성될 수 있다. 따라서, 노이즈가 많을수록, 정확한 값으로부터의 주파수 시프트가 더 크다. 판독기가 센서 값의 큰 변화를 검출하면, 그것은 열등한 SNR(부정확한 결과)로 인한 것일 수 있다.

[0118] 이 현상은 도 13a 및 도 13b에 예시된다. 도 13a의 곡선(136)에 의해 도시된 바와 같이 SNR이 변하고, 센서에서의 감지된 양의 실제 값은 예시된 시구간 동안 크게 변하지 않는다고 가정한다. 따라서, 정확한 예측된 값 범위는 도 13b의 점선(137)에 의해 표시된 바와 같이 되어야 한다. 그러나 판독기에서 수신된 후방산란된 신호의 SNR의 낮은 단시간 평균으로 인해, 판독기는 도 13b에서 점선으로 도시된 바와 같이, 시프트된 부정확한 값을 검출하고 올바르지 않은 예측된 값 범위(138)를 계산한다. 보상은, SNR의 단시간 평균이 센서 값(v_1 내지 v_{12})에 어떻게 영향을 미치는지에 관한 지식에 기초하여, 부정확한 질의된 센서 값(v_5 내지 v_{11})에 적용될 수 있다. 결과적인 보상된 센서 값은 점선 원(v_5 내지 v_{11})에 의해 예시되고 이러한 보상된 센서 값에 기초하여 계산된 예측된 값 범위는 실선(139)에 의해 예시된다. 보상된 센서 값은 실제 감지된 값에 더 근접하다는 것을 알 수 있다. 예시적인 보상 절차가 도 15에 예시된다. 질의된 센서 값 및 관련된 단시간 평균 SNR은 질의의 결과로서 획득된다(단계 150). 판독기는 예를 들어, 미리 저장된 보상 값에 의해 또는 SNR 보상 함수로 계산함으로써 단시간 평균 SNR에 기초한 보상 값을 결정한다(단계 151). 그 후, 판독기는 보상 값에 기초하여 또는 SNR 보상 함수로 계산함으로써 SNR 보상된 질의된 센서 값을 계산한다(단계 152).

[0119] 실험은 질의된 센서 값에 관한 SNR의 효과가 미리 결정되거나 근사될 수 있음을 보여준다. 예를 들어, 질의된 센서 값에 관한 SNR의 효과는 도 16의 단계 160-161에서 예시된 바와 같이, 실제 센서 값이 변하지 않은 채로 유지되면서, 센서 태그가 질의될 때 간섭 또는 노이즈를 도입함으로써 결정될 수 있다. 따라서, SNR의 함수의 센서 값의 오차는 질의된 센서 값을 실제 센서 값과 비교함으로써 결정될 수 있다(단계 162). SNR의 함수의 이러한 오차는 SNR 레벨의 함수의 보상 값을 도출하고 저장하는데 사용될 수 있다(단계 163). 보상의 양은 제조자에 의한 교정 절차로서 또는 센서 및 판독기가 설치될 때 결정될 수 있다. RFID 센서 태그에 필요한 보상을 근사화하는 보상 함수를 도출하거나 정의하고 판독기 또는 다른 애플리케이션을 상응하게 구성하는 것이 또한 가능하다.

[0120] 도 14는 SNR에 기초하여 부정확한 값을 보상함으로써 신호-잡음-비(SNR)에 의해 야기될 수도 있는 질의된 센서 값의 부정확성을 고려하도록 구성된 질의된 센서 값에 기초한 질의 레이트(R)의 통계적 제어의 예시적인 제어 절차를 예시하는 흐름도를 예시한다. 유사한 제어 절차가 주위의 각각의 센서에 대해 별도로 수행될 수 있다. 이 예에서, 통계적 기준은 질의된 센서 값의 분산이다.

[0121] 도 12 및 도 13의 동일한 참조 번호는 동일하거나 유사한 단계를 지칭한다. 도 13에 도시된 예시적인 방법에서, 단계 123 내지 126은 도 12를 참조하여 설명된 것과 유사한 방식으로 수행될 수 있다. 단계 126으로부터, 새로운 질의된 센서 값이 충분히 정확하다고 결정하면, 절차는 단계 127로 진행될 수 있다. 정확한 질의된 센서 값에 대해, 다음의 단계 127 내지 135가 도 12의 대응하는 단계로서 수행될 수 있다.

[0122] 단계 125로부터, 새로운 질의된 센서 값이 충분히 정확하지 않다고 결정되면(즉, 정확하지 않음)(도 12의 단계 125), 판독기는 SNR에 기초하여 새로운 질의된 센서 값의 보상을 수행할 수 있고(단계 140), 절차는 단계 127로 진행될 수 있다. 후속 단계 127 내지 135는 원래의 정확한 질의된 값에 대한 것과 유사한 방식으로, SNR 보상된 질의된 센서 값에 대해 수행될 수 있다. 예를 들어, 단계 127에서, SNR 보상된 질의된 센서 값이 그 센서(P)의 예측된 값 범위(50) 내에 속하는지를 검사할 수 있다. SNR 보상된 질의된 값이 예측된 값 범위(50) 내에 있으면, SNR 보상된 질의된 값은 수락 및 저장되고(도 12의 단계 128), 프로세스는 단계 120으로 리턴할 수 있다. 센서로부터의 SNR 보상된 질의된 센서 값이 센서의 예측된 범위(50) 내에 있지 않으면(단계 127), 프로세스는 단계 127로부터 단계 131로 진행될 수 있다.

[0123] 일부 실시예에서, 단계 131에 따른 재-질의는, 단계 123 내지 125 및 140을 참조하여 새로운 질의된 값에 대해 설명된 것과 유사한 방식으로, 재-질의된 센서 값을 프로세싱하는 것을 포함할 수 있다. 다시 말해서, SNR의 단시간 평균이 재-질의된 센서 값에 대해 계산될 수 있고, 재-질의된 센서 값은 SNR에 기초하여 정확하거나 부정확한 것으로 결정될 수 있고, 부정확한 재-질의된 센서 값은 SNR에 기초하여 보상될 수 있다.

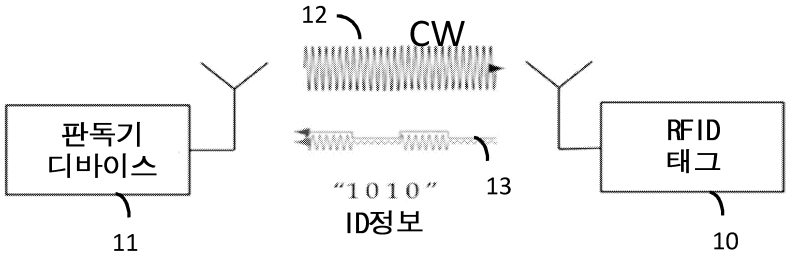
[0124] SNR 보상 단계 140은 예를 들어, 도 15에서 예시된 바와 같이 구현될 수 있다.

[0125] 본 발명의 실시예에 따른 적응형 판독기는 충분한 연산 용량을 갖는 RFID 판독기로 또는 요구되는 연산의 적어도 일부를 수행하는 컴퓨팅 디바이스에 연결된 RFID 판독기로 구현될 수 있다는 것이 인지되어야 한다.

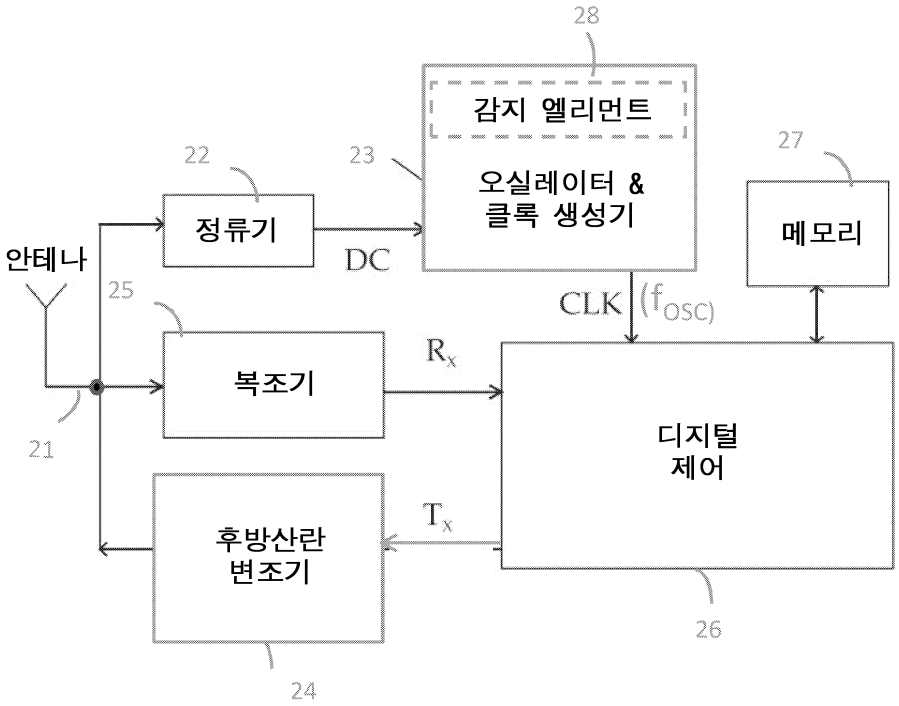
[0126] 본 발명의 개념이 다양한 명백한 대안적인 방식으로 구현될 수 있다는 것은 당업자에게 명백할 것이다. 본 발명 및 그 실시예는 위에서 설명된 예로 제한되지 않고 청구범위 내에서 변경될 수 있다.

도면

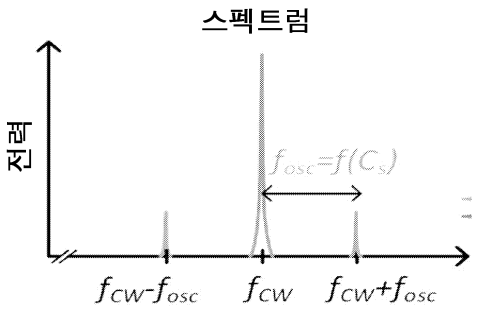
도면1



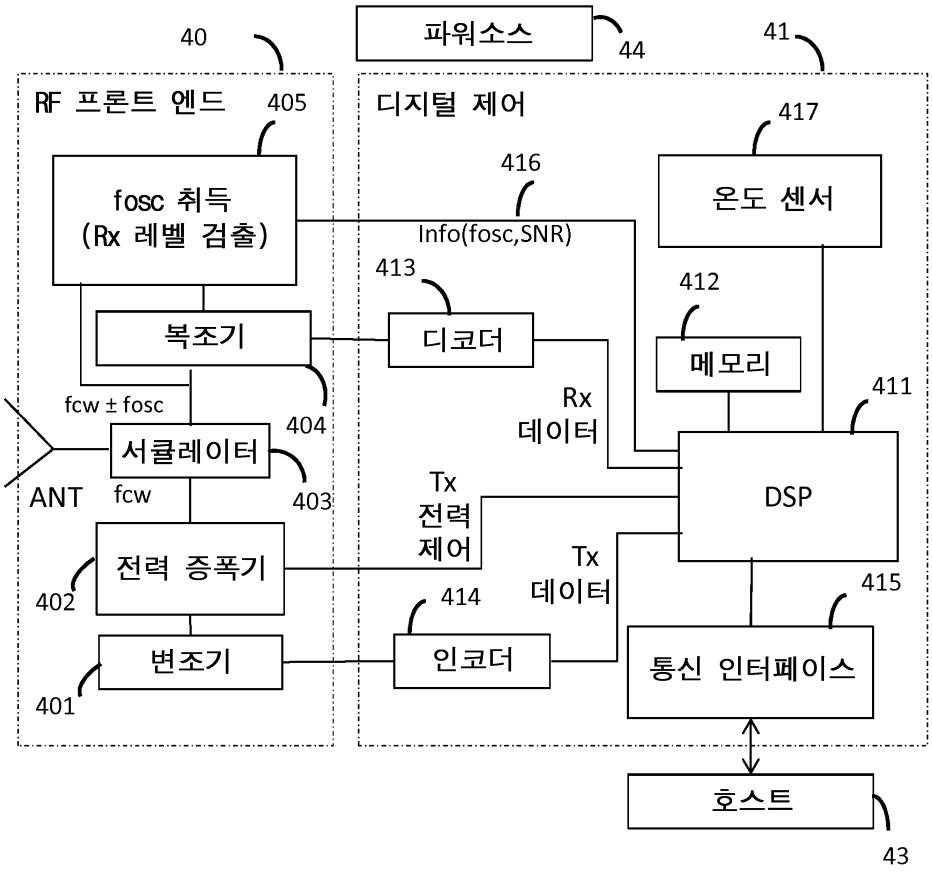
도면2



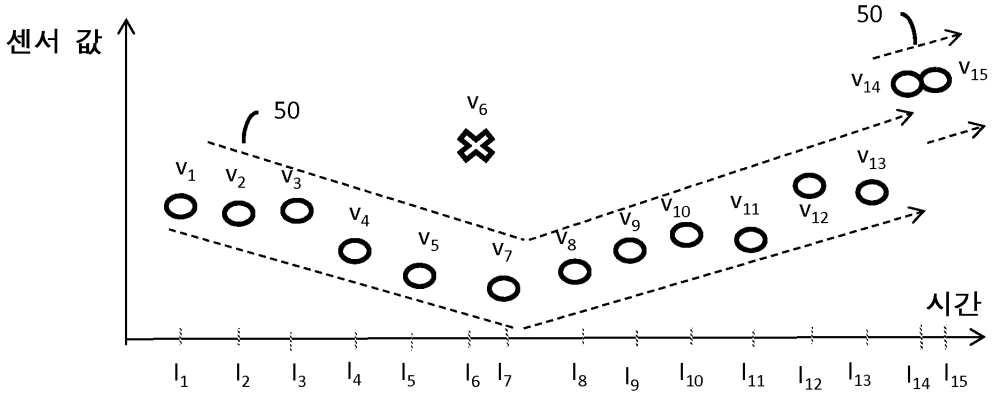
도면3


스펙트럼
전력
$f_{osc}=f(C_s)$
$f_{CW}-f_{osc}$
f_{CW}
$f_{CW}+f_{osc}$

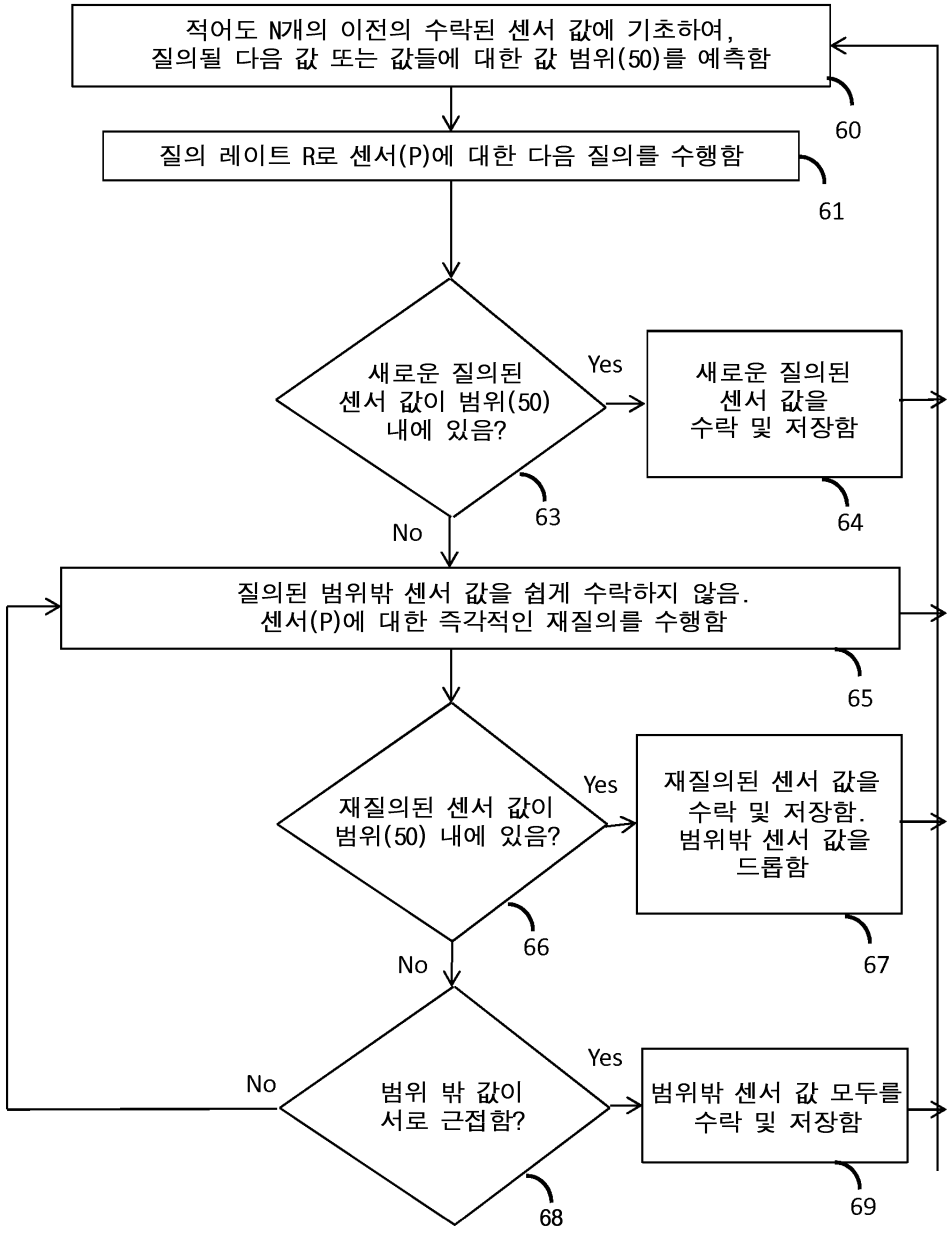
도면4


40
파워소스
44
41
RF 프론트 엔드
405
디지털 제어
417
416
fosc 취득
(Rx 레벨 검출)
Info(fosc,SNR)
온도 센서
413
412
복조기
디코더
메모리
404
Rx
데이터
411
fcw ± fosc
서큘레이터
403
ANT
fcw
Tx
전력
제어
DSP
전력 증폭기
402
Tx
데이터
414
415
변조기
인코더
통신 인터페이스
401
호스트
43

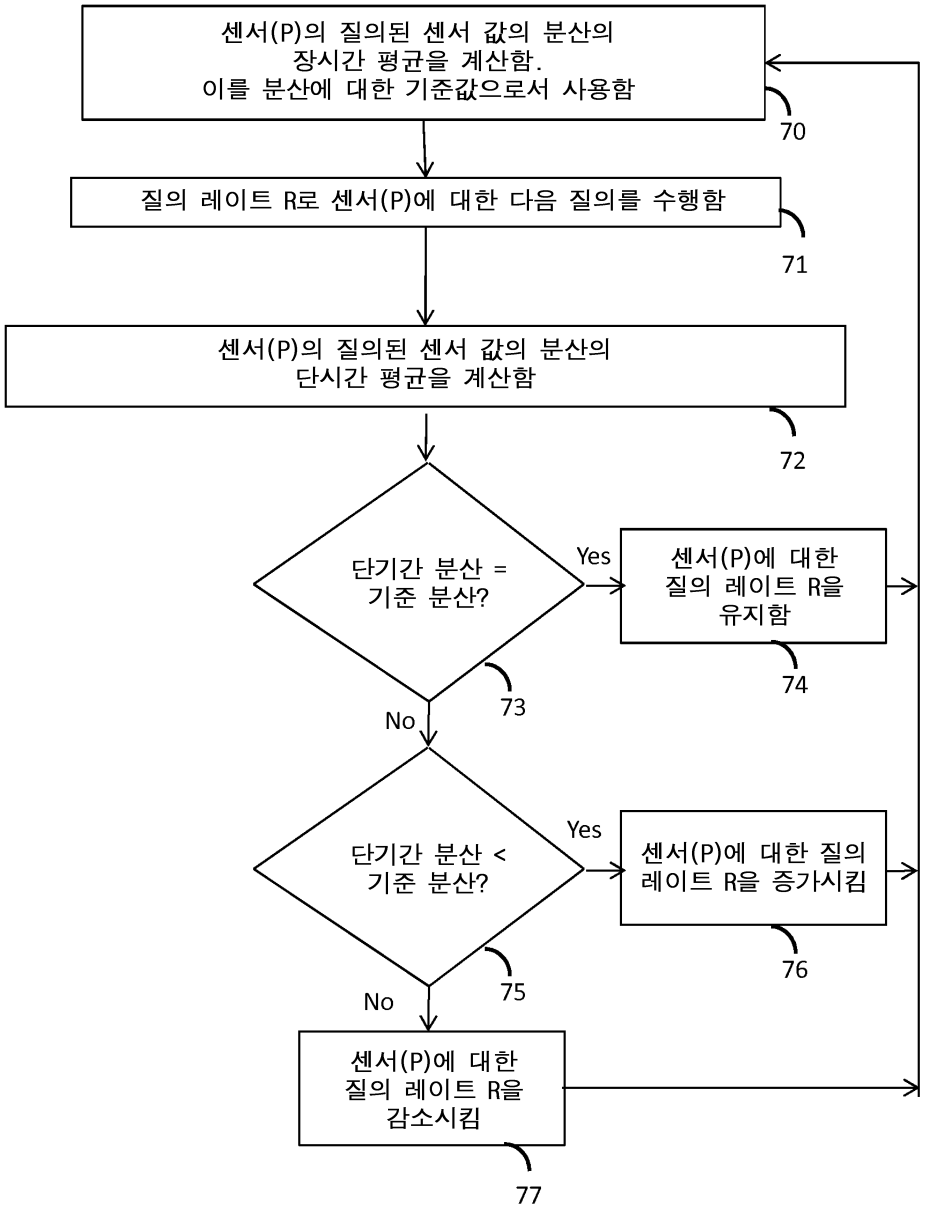
도면5


센서 값
50
50
v_1
v_2
v_3
v_4
v_5
v_6
v_7
v_8
v_9
v_{10}
v_{11}
v_{12}
v_{13}
v_{14}
v_{15}
시간
I_1 I_2 I_3 I_4 I_5 I_6 I_7 I_8 I_9 I_{10} I_{11} I_{12} I_{13} I_{14} I_{15}

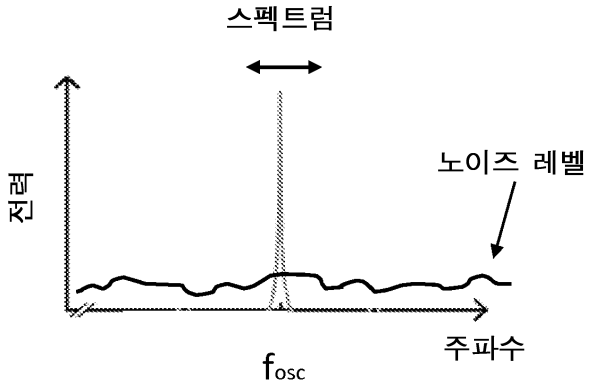
도면6


적어도 N개의 이전의 수락된 센서 값에 기초하여,
질의될 다음 값 또는 값들에 대한 값 범위(50)를 예측함
60
질의 레이트 R로 센서(P)에 대한 다음 질의를 수행함
61
새로운 질의된
센서 값이 범위(50)
내에 있음?
Yes
새로운 질의된
센서 값을
수락 및 저장함
63
64
No
질의된 범위밖 센서 값을 쉽게 수락하지 않음.
센서(P)에 대한 즉각적인 재질의를 수행함
65
재질의된 센서 값이
범위(50) 내에 있음?
Yes
재질의된 센서 값을
수락 및 저장함.
범위밖 센서 값을
드롭함
66
67
No
범위 밖 값이
서로 근접함?
Yes
No
범위밖 센서 값 모두를
수락 및 저장함
68
69

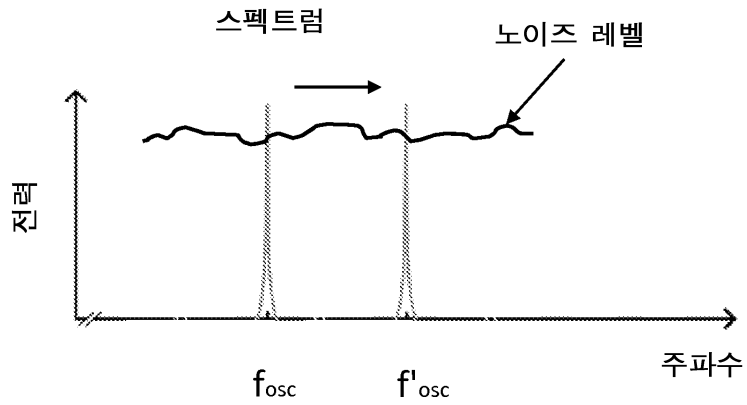
도면7


센서(P)의 질의된 센서 값의 분산의
장시간 평균을 계산함.
이를 분산에 대한 기준값으로서 사용함
70
질의 레이트 R로 센서(P)에 대한 다음 질의를 수행함
71
센서(P)의 질의된 센서 값의 분산의
단시간 평균을 계산함
72
단기간 분산 =
기준 분산?
Yes
센서(P)에 대한
질의 레이트 R을
유지함
74
73
No
단기간 분산 <
기준 분산?
Yes
센서(P)에 대한 질의
레이트 R을 증가시킴
76
75
No
센서(P)에 대한
질의 레이트 R을
감소시킴
77

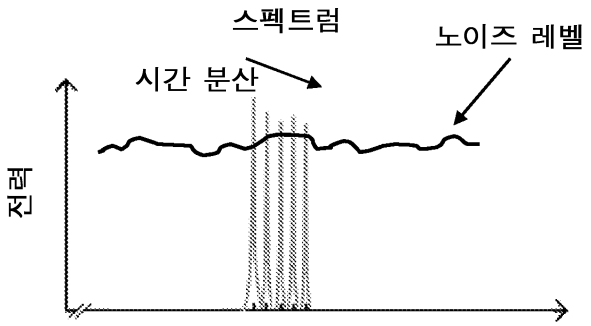
도면8a


스펙트럼
전력
노이즈 레벨
주파수
fosc

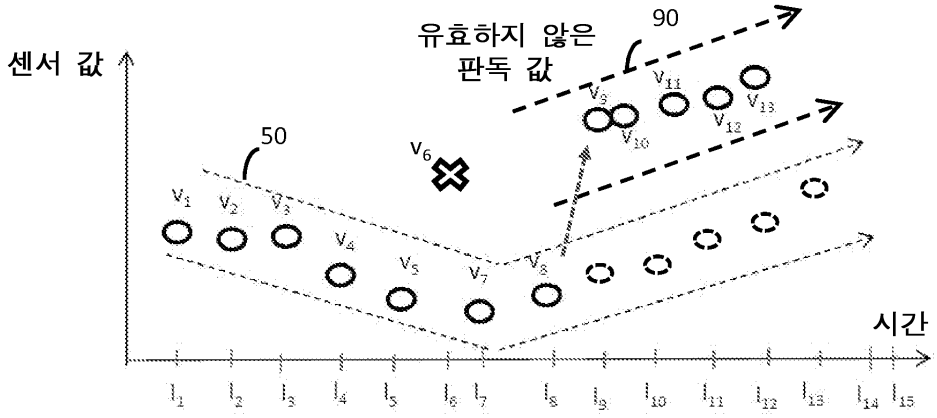
도면8b



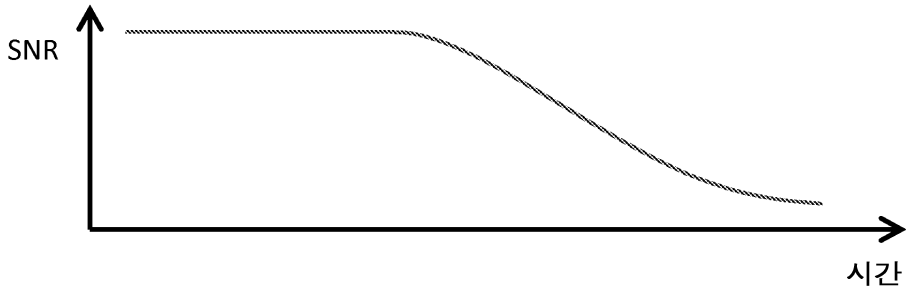
도면8c



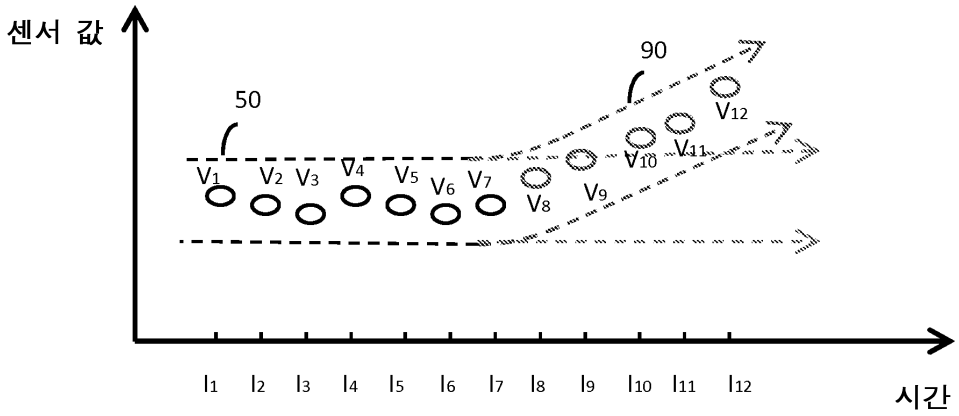
도면9a



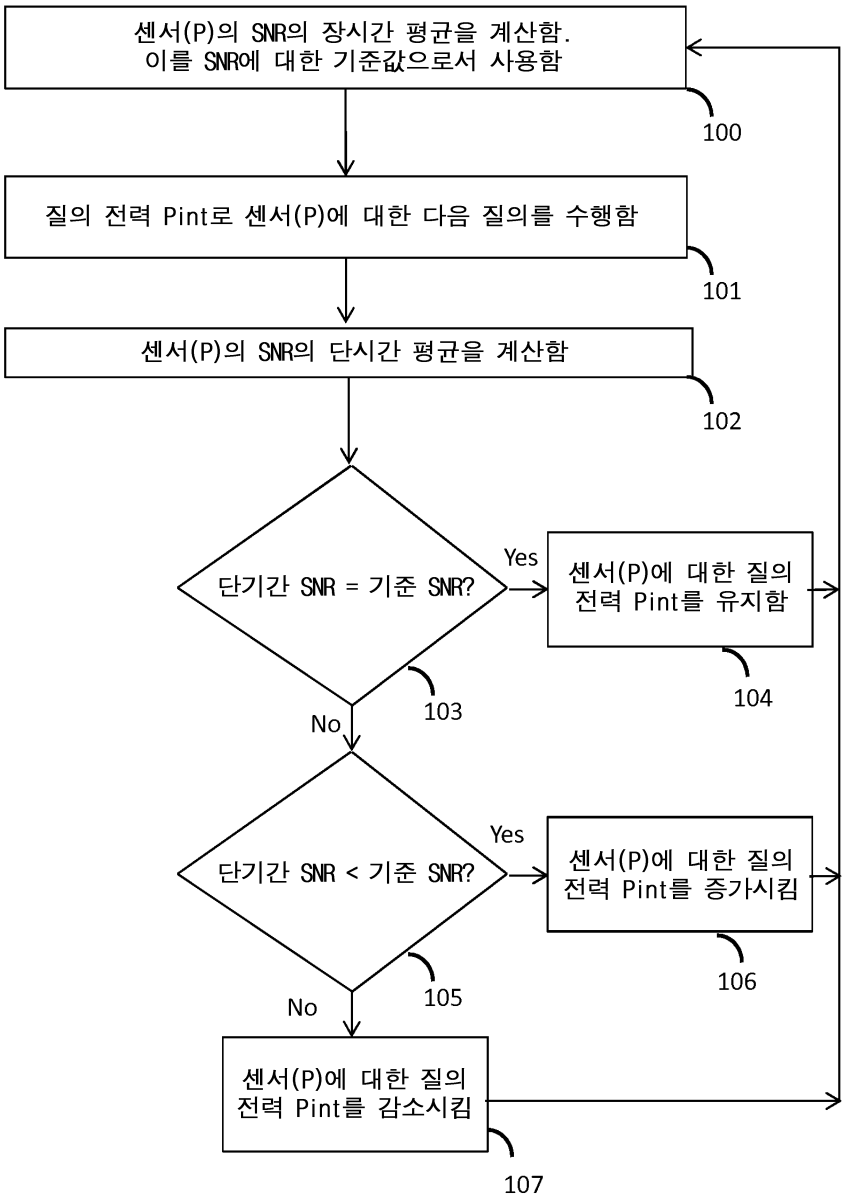
도면9b


SNR
시간

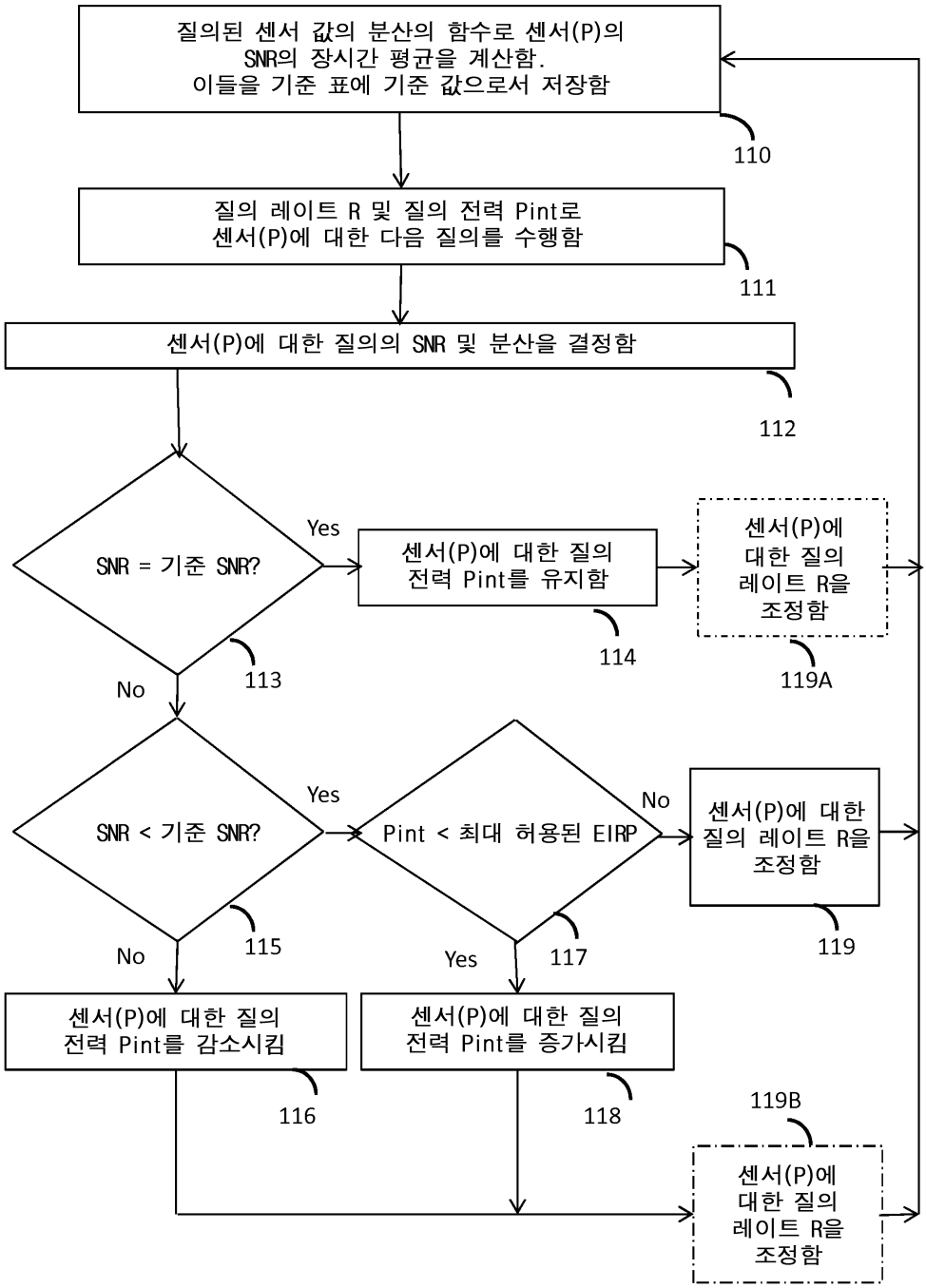
도면9c


센서 값
50
90
V1
V2
V3
V4
V5
V6
V7
V8
V9
V10
V11
V12
I1
I2
I3
I4
I5
I6
I7
I8
I9
I10
I11
I12
시간

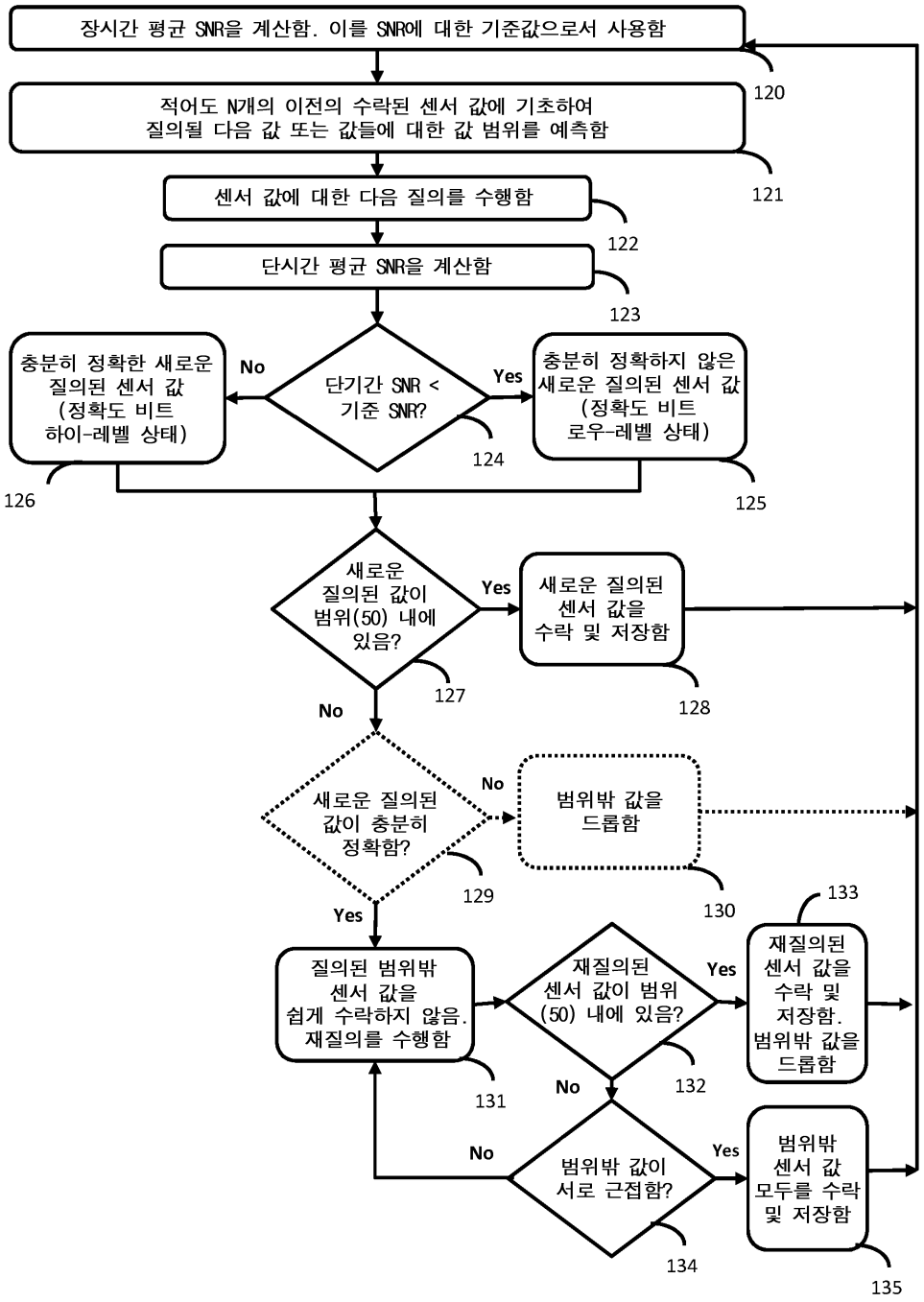
도면10


센서(P)의 SNR의 장시간 평균을 계산함.
이를 SNR에 대한 기준값으로서 사용함
100
질의 전력 Pint로 센서(P)에 대한 다음 질의를 수행함
101
센서(P)의 SNR의 단시간 평균을 계산함
102
단기간 SNR = 기준 SNR?
Yes
센서(P)에 대한 질의
전력 Pint를 유지함
104
103
No
단기간 SNR < 기준 SNR?
Yes
센서(P)에 대한 질의
전력 Pint를 증가시킴
106
105
No
센서(P)에 대한 질의
전력 Pint를 감소시킴
107

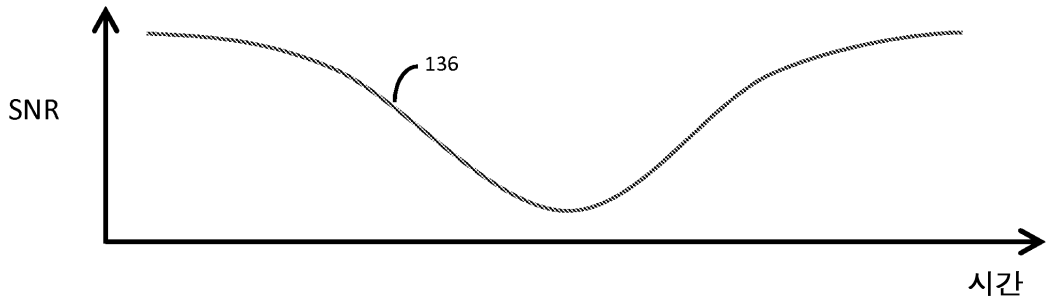
도면11


질의된 센서 값의 분산의 함수로 센서(P)의 SNR의 장시간 평균을 계산함. 이들을 기준 표에 기준 값으로서 저장함
110
질의 레이트 R 및 질의 전력 Pint로 센서(P)에 대한 다음 질의를 수행함
111
센서(P)에 대한 질의의 SNR 및 분산을 결정함
112
SNR = 기준 SNR?
113
Yes
센서(P)에 대한 질의 전력 Pint를 유지함
114
센서(P)에 대한 질의 레이트 R을 조정함
119A
No
SNR < 기준 SNR?
115
Yes
Pint < 최대 허용된 EIRP
117
No
센서(P)에 대한 질의 레이트 R을 조정함
119
No
Yes
센서(P)에 대한 질의 전력 Pint를 감소시킴
116
센서(P)에 대한 질의 전력 Pint를 증가시킴
118
119B
센서(P)에 대한 질의 레이트 R을 조정함

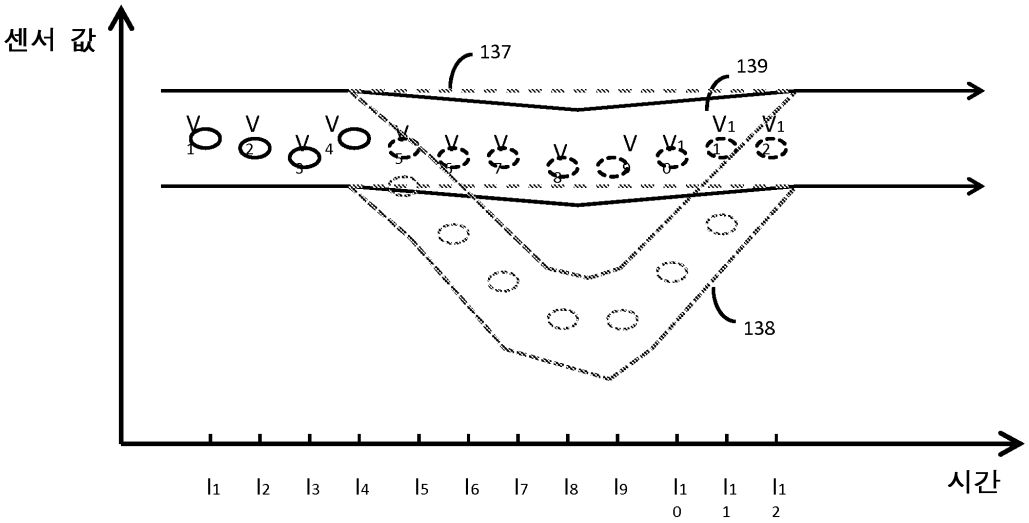
도면12


장시간 평균 SNR을 계산함. 이를 SNR에 대한 기준값으로서 사용함
120
적어도 N개의 이전의 수락된 센서 값에 기초하여
질의될 다음 값 또는 값들에 대한 값 범위를 예측함
121
센서 값에 대한 다음 질의를 수행함
122
단시간 평균 SNR을 계산함
123
단기간 SNR < 기준 SNR?
124
No
Yes
충분히 정확한 새로운 질의된 센서 값 (정확도 비트 하이-레벨 상태)
126
충분히 정확하지 않은 새로운 질의된 센서 값 (정확도 비트 로우-레벨 상태)
125
새로운 질의된 값이 범위(50) 내에 있음?
127
Yes
새로운 질의된 센서 값을 수락 및 저장함
128
No
새로운 질의된 값이 충분히 정확함?
129
No
범위밖 값을 드롭함
130
Yes
질의된 범위밖 센서 값을 쉽게 수락하지 않음. 재질의를 수행함
131
재질의된 센서 값이 범위(50) 내에 있음?
132
Yes
재질의된 센서 값을 수락 및 저장함. 범위밖 값을 드롭함
133
No
범위밖 값이 서로 근접함?
134
No
Yes
범위밖 센서 값 모두를 수락 및 저장함
135

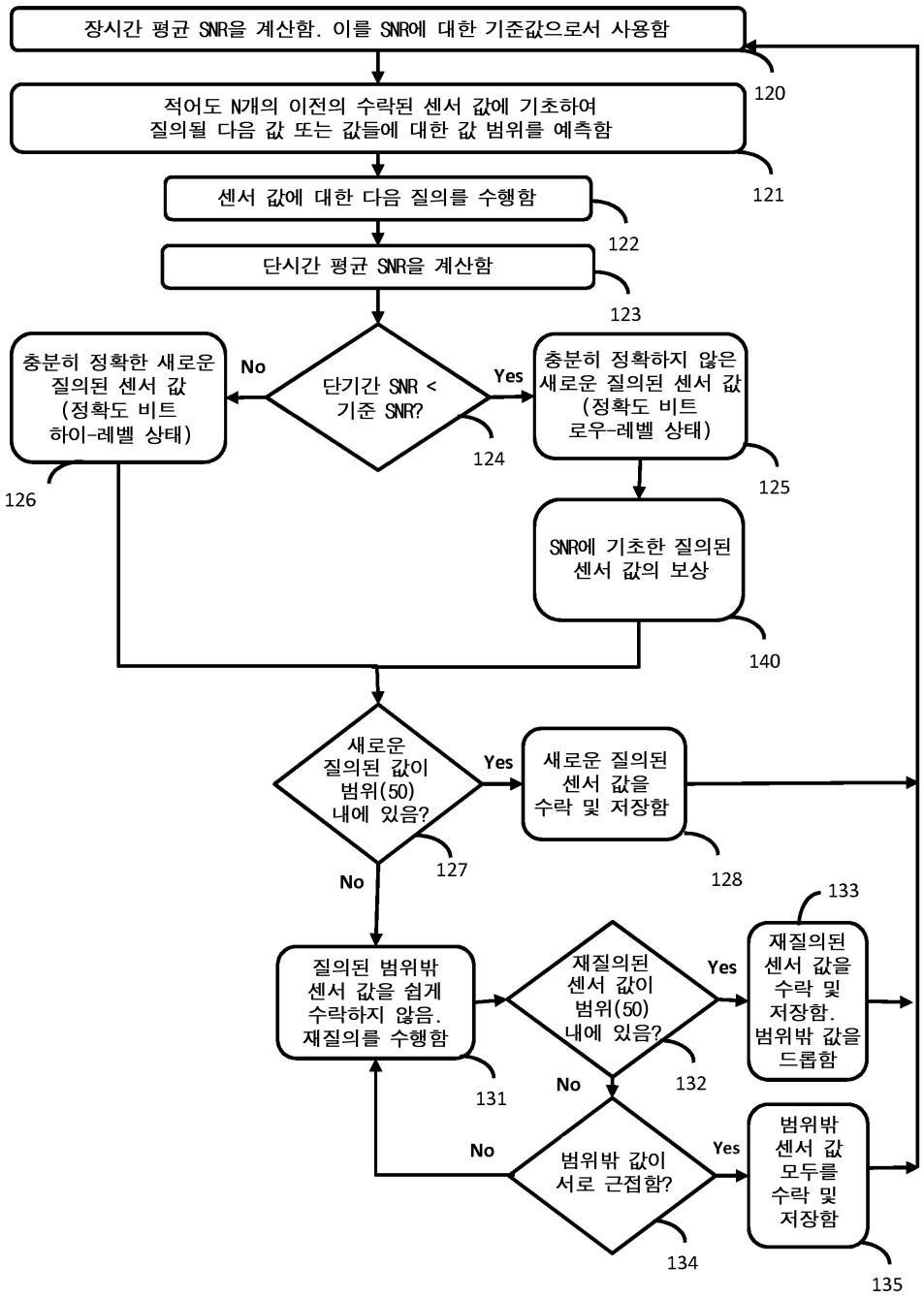
도면13a



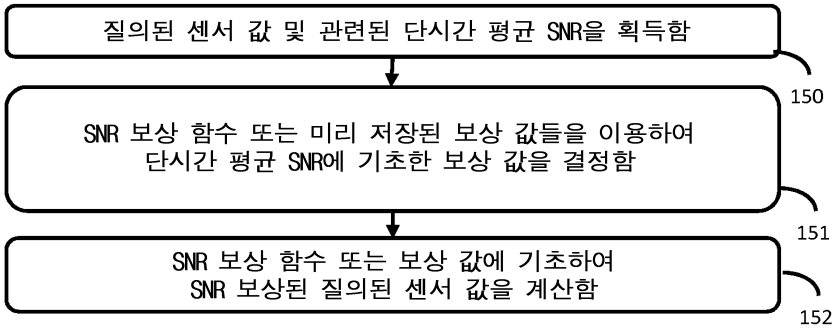
도면13b



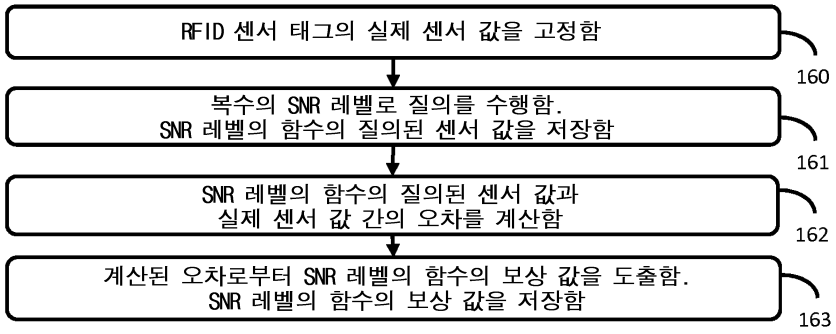
도면14


장시간 평균 SNR을 계산함. 이를 SNR에 대한 기준값으로서 사용함
120
적어도 N개의 이전의 수락된 센서 값에 기초하여
질의될 다음 값 또는 값들에 대한 값 범위를 예측함
121
센서 값에 대한 다음 질의를 수행함
122
단시간 평균 SNR을 계산함
123
단기간 SNR < 기준 SNR?
124
No
Yes
충분히 정확한 새로운 질의된 센서 값 (정확도 비트 하이-레벨 상태)
126
충분히 정확하지 않은 새로운 질의된 센서 값 (정확도 비트 로우-레벨 상태)
125
SNR에 기초한 질의된 센서 값의 보상
140
새로운 질의된 값이 범위(50) 내에 있음?
127
Yes
No
새로운 질의된 센서 값을 수락 및 저장함
128
질의된 범위밖 센서 값을 쉽게 수락하지 않음. 재질의를 수행함
131
재질의된 센서 값이 범위(50) 내에 있음?
132
Yes
No
재질의된 센서 값을 수락 및 저장함. 범위밖 값을 드롭함
133
범위밖 값이 서로 근접함?
134
No
Yes
범위밖 센서 값 모두를 수락 및 저장함
135

도면15


질의된 센서 값 및 관련된 단시간 평균 SNR을 획득함
150
SNR 보상 함수 또는 미리 저장된 보상 값들을 이용하여
단시간 평균 SNR에 기초한 보상 값을 결정함
151
SNR 보상 함수 또는 보상 값에 기초하여
SNR 보상된 질의된 센서 값을 계산함
152

도면16


RFID 센서 태그의 실제 센서 값을 고정함
160
복수의 SNR 레벨로 질의를 수행함.
SNR 레벨의 함수의 질의된 센서 값을 저장함
161
SNR 레벨의 함수의 질의된 센서 값과
실제 센서 값 간의 오차를 계산함
162
계산된 오차로부터 SNR 레벨의 함수의 보상 값을 도출함.
SNR 레벨의 함수의 보상 값을 저장함
163