



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0007725
(43) 공개일자 2015년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 40/12 (2009.01) H04W 84/18 (2009.01)
(21) 출원번호 10-2013-0082110
(22) 출원일자 2013년07월12일
심사청구일자 2013년07월12일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스
내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
조진성
경기 용인시 기흥구 덕영대로 1732, (서천동,
경희대학교)
김자룡
경기 용인시 기흥구 덕영대로 1732, (서천동,
경희대학교)
(74) 대리인
특허법인 대아

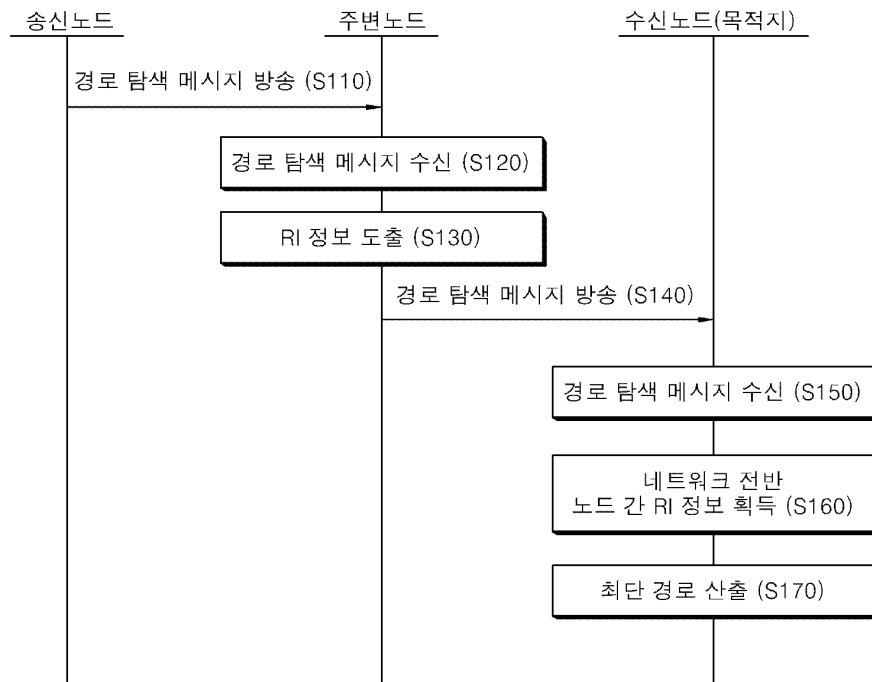
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법 및 이를 적용한 인지 무선 센서 네트워크 시스템

(57) 요약

본 발명은 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법 및 이를 적용한 인지 무선 센서 네트워크 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 네트워크 전반의 노드로부터 패킷이 성공적으로 수신될 확률을 산출하고, 상대적으로 성공확률이 높은 노드를 우선으로 선정하는 경로 기준을 통해 전반 네트워크 토폴로지 상에서 가장 안정적인 경 (뒷면에 계속)

대표도



로 설정이 가능한 경로 설정 방법 및 이를 적용한 인지 무선 센서 네트워크 시스템에 관한 것이다.

본 발명은, 송신노드가 경로 탐색 메시지를 주변 노드들에게 방송하는 제1단계; 상기 주변노드들이 상기 경로 탐색 메시지 수신시 노드 간 패킷 수신 성공율을 포함하는 라우팅 인덱스 정보를 산출하는 제2단계; 상기 산출된 라우팅 인덱스 정보를 상기 경로 탐색 메시지에 포함하여 다시 자신의 주변노드들에게 방송하는 제3단계; 상기 제2단계 및 제3단계를 통해 목적지인 수신노드가 네트워크 전반에 대한 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 획득하는 제4단계; 및 상기 수신노드가 상기 네트워크 전반의 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 기반으로 상기 송신노드까지의 최단경로를 설정하는 제5단계를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법을 제공한다.

특허청구의 범위

청구항 1

인지 무선 센서 네트워크의 경로 설정 방법에 있어서,

송신노드가 경로 탐색 메시지를 주변 노드들에게 방송하는 제1단계;

상기 주변노드들이 상기 경로 탐색 메시지 수신시 노드 간 패킷 수신 성공율을 포함하는 라우팅 인덱스 정보를 산출하는 제2단계;

상기 산출된 라우팅 인덱스 정보를 상기 경로 탐색 메시지에 포함하여 다시 자신의 주변노드들에게 방송하는 제3단계;

상기 제2단계 및 제3단계를 통해 목적지인 수신노드가 네트워크 전반에 대한 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 획득하는 제4단계;

상기 수신노드가 상기 네트워크 전반의 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 기반으로 상기 송신노드까지의 최단경로를 설정하는 제5단계;

를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 라우팅 인덱스(RI) 정보는,

M-추정(m-estimate) 이론을 적용한 순수 베이즈(Naive Bayes) 규칙에 의해 산출되는 것을 특징으로 하는 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 라우팅 인덱스(RI) 정보는,

하기의 [수학식 1]을 통해 산출되는 것을 특징으로 하는 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법.

[수학식 1]

$$RI = \sum_{k=1}^k P(Y) \prod_i P(X_i^{new} | Y)$$

여기서,

k : 노드에서 사용가능한 채널 개수,

P : 확률산출 함수,

Y : 패킷 전달 여부 성공(Yes),

X_i : 요소들 집합,

$\mathcal{I}$: 집합의 인덱스.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 제5단계에서는,

산출된 라우팅 인덱스 수치가 큰 노드를 우선으로 선정하여 최단경로를 설정하는 것을 특징으로 하는 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 제5단계에서는,

세미-다익스트라 알고리즘(semi-Dijkstra algorithm)을 이용하여 최단경로를 설정하는 것을 특징으로 하는 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법.

청구항 6

경로 탐색 메시지를 주변 노드들에게 방송하는 송신노드;

상기 송신노드로부터 경로 탐색 메시지를 전송받아 노드 간 패킷 수신 성공율을 포함하는 라우팅 인덱스 정보를 산출하는 주변노드; 및

상기 주변노드를 통해 네트워크 전반에 대한 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 획득하고, 상기 네트워크 전반의 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 기반으로 상기 송신노드까지의 최단경로를 설정하는 수신노드;

를 포함하여 구성되는 인지 무선 센서 네트워크 시스템.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 라우팅 인덱스(RI) 정보는,

M-추정(m-estimate) 이론을 적용한 순수 베이즈(Naive Bayes) 규칙에 의해 산출되는 것을 특징으로 하는 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 라우팅 인덱스(RI) 정보는,

하기의 [수학식 2]를 통해 산출되는 것을 특징으로 하는 인지 무선 센서 네트워크 시스템.

[수학식 2]

$$RI = \sum_{k=1}^k P(Y) \prod_i P(X_i^{new} | Y)$$

여기서,

k : 노드에서 사용가능한 채널 개수,

P : 확률산출 함수,

Y : 패킷 전달 여부 성공(Yes),

X_i : 요소들 집합,

i : 집합의 인덱스.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 수신노드는,

산출된 라우팅 인덱스 수치가 큰 노드를 우선으로 선정하여 최단경로를 설정하는 것을 특징으로 하는 인지 무선 센서 네트워크 시스템.

청구항 10

제 6항에 있어서,

상기 수신노드는,

세미-다익스트라 알고리즘(semi-Dijkstra algorithm)을 이용하여 최단경로를 설정하는 것을 특징으로 하는 인지 무선 센서 네트워크 시스템.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법 및 이를 적용한 인지 무선 센서 네트워크 시스템에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 네트워크 전반의 노드 간 패킷 수신 성공율을 포함하는 라우팅 인덱스 정보를 산출하고, 산출된 라우팅 인덱스 정보를 경로선정 기준으로 설정하여 최단 경로를 도출함으로써, 인지 무선 센서 네트워크에서 효율적으로 토폴로지의 랜덤적인 변화를 예측하여 가장 안정적인 최단 경로 설정이 가능한 경로 설정 방법 및 이를 적용한 인지 무선 센서 네트워크 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 평균 수명의 증가로 초고령화 사회의 진입이 가속화되고, 맞춤형건강서비스와 같은 사용자 요구사항으로 인해 u-헬스케어, u-라이프케어와 같은 서비스가 대두되고 있다. 현재 IEEE 802.15 TG6에서 표준화 진행중인 WBAN(Wireless Body Area Network, 무선신체영역통신)은 이를 뒷받침해주는 기술로써 인체를 중심으로 3m 이내의 영역으로 이루어지는 통신 기술을 말한다.

[0003] 이러한 무선신체영역통신을 통한 유헬스케어 서비스가 다양한 장점을 제공하지만, 인체통신망에서 발생하는 전파는 동일지역의 다른 전자시스템들에게 간섭현상을 야기하는 문제를 공유한다. 인지무선(Cognitive Radio)은 통신망들 간의 이러한 간섭현상을 해결하고 무선의 확장성(Scalability)를 향상하기 위한 기술로서 비인가된 사용자에게 의해 전자기의 스펙트럼의 인가된 부분을 기회적(Opportunistic)으로 사용하기 위한 기술이다.

[0004] 인지 무선 센서 네트워크에서 센서노드 즉, 부차적 사용자는 기회주의 기반으로 주요 사용자만 사용 가능한 허

가 받은 채널을 이용하여 통신하게 된다. 이로서 기존 ISM 2.4GHz 밴드에서 밀집된 사용자와 단말로 인한 간섭 문제를 완화할 수 있다. 무선 인지 센서 네트워크에서 부차적 사용자는 채널 센싱을 통하여 주요 사용자가 사용하지 않는 혹은 사용빈도가 낮은 채널을 점유하게 되며, 목적지와의 라우팅 경로를 유지하게 된다.

[0005]

그러나 이런 라우팅 경로의 유지는 주요 사용자의 행위에 많은 영향을 받으므로 기존 라우팅 설정을 위한 기준들은 무선 인지 센서 네트워크에서 적용하기 어렵다. 이에 따라, 무선 인지 센서 네트워크에서 기존 라우팅 방안보다 랜덤적으로 토폴로지 변화를 감안하여 보다 안정적인 경로선택 기준과 최적의 경로를 설정할 수 있는 방안이 시급하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006]

본 발명은 상기한 종래 기술에 따른 문제점을 해결하기 위한 것이다. 즉, 본 발명의 목적은, 네트워크 전반의 노드 간 패킷 수신 성공율을 포함하는 라우팅 인덱스 정보를 산출하고, 산출된 라우팅 인덱스 정보를 경로선택 기준으로 설정하여 최단 경로를 도출함으로써, 인지 무선 센서 네트워크에서 효율적으로 토폴로지의 랜덤적인 변화를 예측하여 가장 안정적인 최단 경로 설정이 가능한 경로 설정 방법 및 이를 적용한 인지 무선 센서 네트워크 시스템을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0007]

상기의 목적을 달성하기 위한 기술적 사상으로서 본 발명은, 송신노드가 경로 탐색 메시지를 주변 노드들에게 방송하는 제1단계; 상기 주변노드들이 상기 경로 탐색 메시지 수신시 노드 간 패킷 수신 성공율을 포함하는 라우팅 인덱스 정보를 산출하는 제2단계; 상기 산출된 라우팅 인덱스 정보를 상기 경로 탐색 메시지에 포함하여 다시 자신의 주변노드들에게 방송하는 제3단계; 상기 제2단계 및 제3단계를 통해 목적지인 수신노드가 네트워크 전반에 대한 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 획득하는 제4단계; 및 상기 수신노드가 상기 네트워크 전반의 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 기반으로 상기 송신노드까지의 최단경로를 설정하는 제5단계를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법을 제공한다.

[0008]

또한, 본 발명은 경로 탐색 메시지를 주변 노드들에게 방송하는 송신노드; 상기 송신노드로부터 경로 탐색 메시지를 전송받아 노드 간 패킷 수신 성공율을 포함하는 라우팅 인덱스 정보를 산출하는 주변노드; 및 상기 주변노드를 통해 네트워크 전반에 대한 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 획득하고, 상기 네트워크 전반의 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 기반으로 상기 송신노드까지의 최단경로를 설정하는 수신노드를 포함하여 구성되는 인지 무선 센서 네트워크 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0009]

본 발명에 따른 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법은 인지 무선 센서 네트워크와 같은 주요 사용자와 중첩되어 주요 사용자만 사용가능한 채널을 기회주의 기반으로 접속하여 통신하는 환경에 적용 가능하며, 노드 간 패킷 수신 성공 가능성에 기반하여 경로 선택을 진행함에 따라 인지 무선 네트워크에서 효율적으로 토폴로지의 랜덤적인 변화를 예측할 수 있게 된다.

[0010]

또한, 노드 간 패킷 수신 성공 가능성에 기반하여 최단 경로를 설정함에 따라 송수신자에게 안정적인 경로를 유지시킬 수 있으므로 다양한 인지 무선 네트워크에 사용이 가능하며, 다양한 네트워크와 중첩되었을 경우, 예를 들어 셀룰러 통신망, TV 방송망과 효율적으로 경로유지를 최적화시킬 수 있고, 패킷 전달을 최대화하여 시스템 스루풋을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011]

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법 순차적으로 도시한 순서도.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 경로설정 과정의 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면에 의거하여 상세하게 설명하기로 한다.

[0013]

베이즈 규칙(Bayes Theorem)은 사전확률(prior probability)과 조건부 확률(conditional probability)로부터 사후확률(posterior probability)을 구하는 방법으로서 즉, 사전 정보에 기반하여 사후 확률에 대한 예측을 가능케 한다. 그러나 베이즈 규칙의 정확성은 대량의 시험결과에 의존하게 되며, 이로서 실제 네트워크 환경에서의 응용은 불가능해진다. 이에 따라, 본 발명에서는 시험결과에 대한 의존성이 낮은 순수 베이즈(Naive Bayes) 기법을 응용하여 인지 무선 센서네트워크에서의 경로 선정 기준을 유도한다. 이러한 순수 베이즈 규칙은 하기의 [수학식 1]로 정의 된다.

수학식 1

$$P(X_1...X_n|C)=\prod_i P(X_i|C)$$

[0014]

본 발명에서의 사전 정보는 패킷이 선정된 경로를 통해 목적지에 도착하는지 여부에 의하여 분류되며 Y, N 으로 분류된다. 이에 따라, 상기 [수학식 1]에서 $C=<Y,N>$ 이다. 사후 확률의 정확한 도출을 위하여 본 발명에서는 인지 무선 센서네트워크의 연결성을 좌우하게 되는 현재 시간 슬롯 $\{T_1...T_n\}$ 과 목적지 노드 집합 $\{D_1...D_n\}$ 그리고 채널 집합 $\{Ch_1...Ch_n\}$ 등 요소들을 고려하게 된다. 따라서, 특성 $X_1=<T_1...T_n>$ 은 패킷을 전송하여 목적지에서 받은 시간 슬롯들을 의미하고, 목적지 노드는 $X_2=<D_1...D_n>$ 에 속하게 되며, 이용 가능한 채널특성 X_3 은 집합 $\{Ch_1...Ch_n\}$ 의 부분집합이다.

[0016]

상술한 바와 같이 정의된 특성에 기반하여 패킷이 전달되는 가능성의 사후 확률을 유도하게 된다. 예를 들어, $P(T_4, D_3, \{Ch_1, Ch_3, Ch_4, Ch_7\}|Y)$ 는 송신 노드가 시간 슬롯 T_4 에서 보낸 패킷이 목적지 노드 D_3 이 Y , 즉 성공적으로 수신된 확률을 의미한다. 또한, $\{Ch_1, Ch_3, Ch_4, Ch_7\}$ 은 송신노드의 송신과정에서의 인접노드와의 공통으로 사용가능한 채널 정보를 의미한다.

[0017]

그러나 위에서 기반한 순수 베이즈 규칙에 의하면 사전 정보가 부족할 경우 패킷 전달 확률은 0이 될 수 있으므로 이를 보완하기 위하여 본 발명에서는 m-추정(m-estimate) 이론을 순수 베이즈 규칙에 도입한다. 기존 $P(x_n|Y)$ 는 성공한 횟수와 전반 실험결과의 비례를 의미하며, s_n/s_n^{total} 로 표현된다. 여기에 m-추정

(m-estimate) 이론을 적용하면 $\frac{s_n+mp}{s_n^{total}+m}$ 으로 바뀌게 된다. 여기서 가중치 m 은 추가로 진행된 실험의 결과를 의미하게 되며, 그 확률 분포 P 는 분석의 편의성을 위하여 균일 분포 즉 $p=1/n$ 으로 정의한다.

[0018]

상술한 바와 같이 정의한 분석을 통하여 얻은 결과를 순수 베이즈 규칙에 적용하면 하기의 [수학식 2]를 얻을 수 있게 된다.

수학식 2

$$P(Y|X_1^{new}, X_2^{new}, X_3^{new}) = \frac{P(Y) \prod_i P(X_i^{new}|Y)}{P(Y) \prod_i P(X_i^{new}|Y) + P(N) \prod_i P(X_i^{new}|N)}$$

[0019]

[0020]

또한, 본 발명에서는 노드들마다 한 개의 채널을 이용하여 통신하므로, 결국 다음 노드까지의 경로선정 기준은 각각 채널마다의 패킷 전달 확률의 합이 된다. 이에 따라, 본 발명에 따른 단말 간 경로선정 기준은 하기의 [수학식 3]에 기반한다.

수학식 3

$$RI = \sum_{k=1}^k P(Y) \prod_i P(X_i^{new}|Y)$$

[0021]

[0022]

본 발명은 상기 단말 간 경로선정 기준에 따른 사전 정보를 이용하여 인지 무선 센서 네트워크 시스템에서 가장 안정적인 최단 라우팅 경로를 선택한다. 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법을 순차적으로 도시한 순서도이다.

[0023]

도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 송신노드는 경로 설정을 위해 먼저 경로 탐색 메시지를 주변 노드들한테 브로드 캐스트하게 되며(S110), 주변 노드들은 상기 송신노드에서 전송하는 경로 탐색 메시지를 수신하는 과정(S120)에서 단말 간 경로선정 기준인 상기 [수학식 3]에 의해 라우팅 인덱스(Routing Index, RI) 정보를 도출한다(S130). 이때, 주변 노드들은 다시 자신의 주변 노드들에게 경로 탐색 메시지를 전송하되(S140), 상기 도출된 라우팅 인덱스 정보를 경로 탐색 메시지에 포함하여 전송하며, 이러한 과정을 통해 상기 경로 탐색 메시지가 목적지인 수신노드까지 전달(S150)됨에 따라 수신노드는 네트워크 전반의 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 획득할 수 있게 된다(S160).

[0024]

상기의 과정이 끝나면 수신노드는 네트워크 전반의 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 기반으로 라우팅 인덱스 수치가 큰 노드를 우선으로 하는 최단경로를 산출하게 된다(S170). 즉, 송신노드에서 수신노드까지 존재하는 각각의 노드 간에 패킷 수신이 성공될 확률을 포함하는 라우팅 인덱스 정보를 각각 산출하고, 수신노드는 송신노드까지의 경로를 라우팅 인덱스 수치가 큰 노드를 선택하는 방식을 기반으로 최단경로를 설정함으로써, 최종적으로 네트워크 전반에서 가장 링크 유지가 안정적인 최단 경로를 선정하게 되는 것이다.

[0025]

예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이 송신노드 A 주변에 B, C, D, E, F, G, H 및 I라는 노드가 존재하고, 목적지인 수신노드가 I라고 가정할 경우, 송신노드 A는 경로 탐색 메시지를 주변 노드인 B 및 C에게 전송한다. 이어서, 주변노드인 B는 송신노드 A로부터 경로 탐색 메시지를 수신받음과 동시에 상기 [수학식 3]을 통해 A노드와

B노드 간의 패킷 수신 성공 확률을 포함하는 라우팅 인덱스 정보 RI_{ab} 를 산출하게 된다. 또한, 주변노드인 C 역시 송신노드 A로부터 경로 탐색 메시지를 수신받음과 동시에 A노드와 C노드 간의 패킷 수신 성공 확률을 포

함하는 라우팅 인덱스 정보 RI_{ac} 를 산출하게 되며, B노드는 다시 주변노드인 C노드와 E노드에게 산출된 라우

팅 인덱스 정보 RI_{ab} 를 포함한 경로 탐색 메시지를 보내고, C노드 역시 주변노드인 E노드와 F노드에게 산출

된 라우팅 인덱스 정보 RI_{ac} 를 포함한 경로 탐색 메시지를 보낸다. 이와 같은 과정을 통해, 상기 노드 간의 라우팅 인덱스 정보가 포함된 경로 탐색 메시지가 목적지인 수신노드 I까지 전달됨에 따라, 목적지인 수신노드 I는 도2에 도시된 네트워크 전반의 노드 간 패킷 수신 성공 확률을 포함하는 라우팅 인덱스 정보를 획득할 수

있게 되는 것이다.

[0026]

이러한 노드 간 라우팅 인덱스 정보를 바탕으로 수신노드는 송신노드까지의 최단 경로를 산출한다. 즉, 수신노

드 I는 자신의 주변노드인 G노드($RI_{gi}=0.5$)와 H노드($RI_{hi}=0.8$) 중 라우팅 인덱스 정보 수치가 더

높은 H노드를 선택하고, H노드는 F노드를, F노드는 E노드($RI_{ef}=0.5$)와 C노드($RI_{cf}=0.1$) 중에 라우팅 인덱스 정보 수치가 더 높은 E노드를 선택하게 되며, E노드는 B노드를, B노드는 A노드를 선택하게 된다. 이에 따라, 도 2에 도시된 인지 무선 센서 네트워크 시스템에서는 I→H→F→E→B→A노드 순인 최단 경로이자 최종적으로 네트워크 전반에서 가장 링크 유지가 안정적인 경로를 산출할 수 있게 된다.

[0027]

이때, 최단경로 산출 알고리즘은 A*(A star), 다익스트라(Dijkstra), 벨만포드(Bellman Ford), 플로이드(Floyd) 등 다양한 최단 경로 산출 알고리즘을 사용할 수 있으나, 본 발명에서는 세미-다익스트라 알고리즘(semi-Dijkstra algorithm)을 사용하는 것이 바람직하다.

[0028]

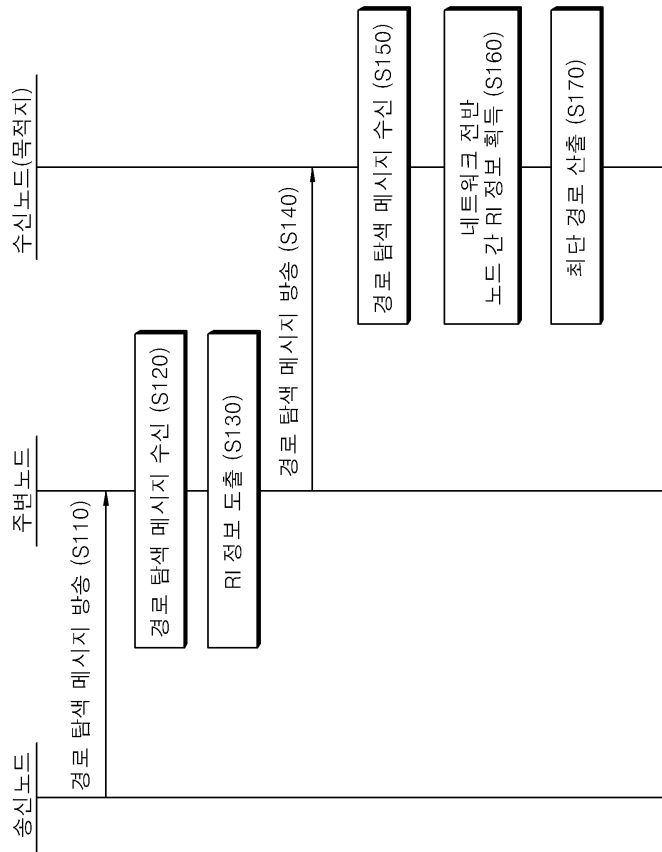
상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 사전 정보를 이용한 경로 설정 방법은 인지 무선 센서 네트워크와 같은 주요 사용자와 중첩되어 주요 사용자만 사용가능한 채널을 기회주의 기반으로 접속하여 통신하는 환경에 적용 가능하며, 노드 간 패킷 수신 성공 가능성에 기반하여 경로 선택을 진행함에 따라 인지 무선 네트워크에서 효율적으로 토폴로지의 랜덤적인 변화를 예측할 수 있게 된다.

[0029]

이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백하다 할 것이다.

도면

도면1



도면2

