



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년09월05일
(11) 등록번호 10-1654039
(24) 등록일자 2016년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 12/721 (2013.01) H04L 12/727 (2013.01)
(52) CPC특허분류
H04L 45/127 (2013.01)
H04L 45/121 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0072876
(22) 출원일자 2015년05월26일
심사청구일자 2015년05월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR101471276 B1
KR1020130119287 A

(73) 특허권자
한국기술교육대학교 산학협력단
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)
(72) 발명자
도윤형
대전광역시 유성구 배울2로 134, 108동 101호(용산동, 대덕테크노밸리푸르지오하임1단지아파트)
이강환
충청남도 천안시 병천면 충절로 1600
(74) 대리인
정희환

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 김대성

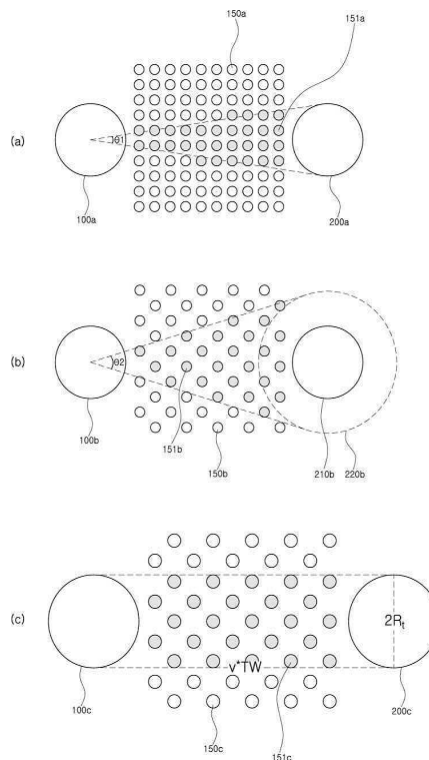
(54) 발명의 명칭 지연 허용 네트워크에서의 중계 노드 선택방법

(57) 요약

본 발명은 지연 허용 네트워크에서의 중계노드 선택방법에 관한 것으로, 목적 노드로 데이터 패킷을 전송하고자 하는 소스 노드가 소스 노드와 목적 노드 사이에 위치하는 복수 개의 이웃 노드들로부터 복수 개의 이웃 노드들에 대한 속성 정보를 전달받는 단계, 소스 노드는 이웃 노드들에 대한 속성 정보를 이용하여 목적 노드와 이웃

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



노드 사이의 거리 정보를 산출하고, 산출된 목적 노드와 이웃 노드 사이의 거리 정보 및 이웃 노드들의 속도 정보를 이용하여 이웃 노드의 이동 위치를 예측하는 단계, 소스 노드 또는 이웃 노드가 예측된 이웃 노드의 이동 위치를 이용하여 이웃 노드의 예측된 이동 위치와 목적 노드 사이의 거리를 계산하는 단계, 그리고 상기 이웃 노드가 이웃 노드의 예측된 이동 위치와 상기 목적 노드 사이의 거리를 이용하여 복수 개의 이웃 노드들에 대한 중계 노드 선정 확률을 선정하고, 선정된 중계 노드 선정 확률에 따라 복수 개의 이웃 노드 중에서 적어도 하나의 중계 노드를 선정하여 일부 이웃 노드를 중계 노드로 선정하는 단계를 포함한다. 이로 인해, 소스 노드로부터 목적 노드에 이르기까지, 또는 소스 노드와 목적 노드 사이에 위치하는 이웃 노드들끼리 데이터 패킷을 전송하는 동안 중계 노드 선정 확률에 따라 선정된 중계 노드를 통해서만 데이터 패킷을 전송하게 되므로, 모든 이웃 노드들에 메시지를 복사하는 데 자원을 소모하는 종래의 문제점을 해결하고 데이터 패킷 전송에 소모되는 자원을 최소화할 수 있는 효과가 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014H1C1A1066391

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 지역혁신창의인력양성사업

연구과제명 상황인식 기반 스마트 응용 재해 모니터링 네트워크 플랫폼 정보 시스템

기 여 율 1/1

주관기관 한국기술교육대학교 산학협력단

연구기간 2014.10.01 ~ 2015.09.30

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

지연 허용 네트워크에서의 중계노드 선택방법에 있어서,

목적 노드로 데이터 패킷을 전송하고자 하는 소스 노드가 상기 소스 노드와 상기 목적 노드 사이에 위치하는 복수 개의 이웃 노드들로부터 상기 복수 개의 이웃 노드들에 대한 속성 정보를 전달받는 단계와;

상기 이웃 노드는 이웃 노드들에 대한 속성 정보를 이용하여 상기 목적 노드와 상기 이웃 노드 사이의 거리 정보를 산출하고, 산출된 상기 목적 노드와 상기 이웃 노드 사이의 거리 정보 및 상기 이웃 노드들의 속도 정보를 이용하여 상기 이웃 노드의 이동 위치를 예측하는 단계와;

상기 이웃 노드가 이웃 노드의 예측된 이동 위치를 이용하여 상기 이웃 노드의 예측된 이동 위치와 상기 목적 노드 사이의 거리를 계산하는 단계; 및

상기 이웃 노드가 이웃 노드의 예측된 이동 위치와 상기 목적 노드 사이의 거리를 이용하여 하기의 수학적 식 1과 같이 복수 개의 이웃 노드들에 대한 중계 노드 선정 확률을 선정하고, 선정된 중계 노드 선정 확률에 따라 복수 개의 이웃 노드 중에서 적어도 하나의 중계 노드를 선정하여 일부 이웃 노드를 중계 노드로 선정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 지연 허용 네트워크에서의 중계 노드 선택방법.

[수학적 식 1]

$$P_i = (W_{dir} \cdot \cos(dir_{i,d}(\theta))) + \left(W_v \cdot \frac{v_i}{MAX(v)}\right) + \left(W_{dist} \cdot \frac{Rt_d}{dist_{i,d}}\right)$$

$$s.t. \quad dir_{i,d}(\theta) < \frac{\pi}{2}$$

$$dist_{i,d} < Rt_d$$

$$W_{dir} + W_v + W_{dist} = 1$$

$$MAX(P_i) = 1$$

(여기서, P_i 는 이웃 노드로부터 중계 노드를 선정하는 중계 노드 선정확률, W_{dir} 는 방향성에 대한 가중치, W_v 는 속도에 대한 가중치, v 는 노드 속도, v_i 는 노드 i(이웃 노드) 속도, W_{dist} 는 거리에 대한 가중치, $dist_{i,d}$ 는 노드 i와 노드 d(목적 노드) 사이의 직선거리, $dir_{i,d}(\theta)$ 는 $dist_{i,d}$ 와 v_i 방향과 이루는 각도, Rt_d 는 목적 노드의 통신 반경임)

청구항 2

제1항에서,

상기 수학적 식 1에서 상기 방향성 가중치 W_{dir} 은 복수 개의 상기 이웃 노드들의 밀도에 따라 차등 부여되며, 하기의 수학적 식 2로 표현되는 것을 특징으로 하는 지연 허용 네트워크에서의 중계 노드 선택방법.

[수학적 식 2]

$$Base = v \cdot TW = \int v(t)dt$$

$$Area = \pi Rt^2 + 2RtBase = \pi Rt^2 + 2Rt \int v(t)dt$$

$$Density(t) = \frac{N_{meet}}{Area} = \frac{N_{meet}}{\pi Rt^2 + 2Rt \int v(t)dt}$$

(여기서, $Base$ 는 노드의 이동 거리, v 는 노드 속도, TW 는 시간창의 상수, $Area$ 는 노드의 통신 범위와 노드의 이동 거리가 이루는 넓이, $Density$ 는 노드 밀도, Rt 는 노드의 통신 반경, $v(t)$ 는 시간 t 에서의 노드 속도, 그리고 N_{meet} 은 노드가 이동함에 따라 접촉한 노드의 개수임)

청구항 3

제2항에서,

상기 수학적 식 1에서 상기 속도 가중치 W_v 는 시간에 따른 메시지의 분포도에 따라 차등 부여되며, 하기의 수학적 식 3으로 표현되는 것을 특징으로 하는 지연 허용 네트워크에서의 중계 노드 선택방법.

[수학적 식 3]

$$M_D(t) = \sum_{t=0}^t \frac{M_{old}}{(M_{old} + M_{fresh})}$$

(여기서, $M_D(t)$ 는 시간에 따른 메시지의 분포도, M_{old} 는 시간 t 에 따라 증가하는 변수로서 이웃 노드에서 같은 메시지를 가진 노드의 접촉 수, M_{fresh} 는 이웃 노드에서 신규 메시지가 복사됨에 따라 증가하는 변수임)

청구항 4

제3항에서,

상기 수학적 식 1에 상기 수학적 식 2 및 상기 수학적 식 3을 적용한 시간 t 에 따른 이웃 노드의 중계 노드 선정 확률은 하기의 수학적 식 4로 표현되는 것을 특징으로 하는 지연 허용 네트워크에서의 중계 노드 선택방법.

[수학적 식 4]

$$P_i(t) = (W_{dir}(t_0) \cdot (1 - density) \cdot \cos(dir_{i,d}(\theta))) + (W_v(t_0) \cdot M_D(t) \cdot \frac{v_i}{MAX(v)}) + (W_{dist} \cdot \frac{Rt_d}{dist_{i,d}})$$

(여기서, $P_i(t)$ 는 시간 t 에 따른 이웃 노드의 중계 노드 선정확률, $W_{dir}(t_0)$ 초기시간에서의 방향성에 대한 가중치, $W_v(t_0)$ 는 초기시간에서의 속도에 대한 가중치, 그리고 W_{dist} 는 거리에 대한 가중치임)

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 지연 허용 네트워크에서 중계 노드 선택방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지연 허용 네트워크(DTN; DELAY TOLERANT NETWORK, 이하, 지연 허용 네트워크와 DTN을 혼용 병기함)는 노드의 종단 간의 연결이 불안정한 네트워크로서, 소스 노드에서 목적 노드로 메시지를 복사하는 데 사용할 중계 노드를 선택하는 기술들이 연구되고 있다.

[0003] 소스 노드에서 목적 노드로 메시지를 복사함에 있어서, 메시지를 복사 할 중계 노드를 선택하는 것은 라우팅 경로를 미리 정할 수 없는 DTN의 특성에 따른 것으로서, 소스 노드는 소스 노드와 목적 노드 사이에 위치하는 모든 이웃 노드를 중계 노드로 삼아 메시지를 복사하는 데 드는 비용을 절감하기 위해서 일부 중계 노드를 선택한다.

[0004] 종래의 한 예로써, DTN에서 이웃 노드들로부터 메시지를 복사하기 위한 중계 노드를 선택하기 위해서는, 별도의 통신 네트워크를 이용하여 중계 노드 후보인 이웃 노드의 정보를 수신하고, 수신된 이웃 노드의 정보를 기초로 하여 통신 가능한 이웃 노드에 대한 접촉 정보를 생성하며, 접촉 정보를 별도의 통신 네트워크를 이용하여 이동 노드로 전송한다.

[0005] 그러나 이와 같은 예에서는, 이동 노드를 선택에 있어서 DTN 외에 별도의 통신 네트워크를 이용하므로, 추가적인 설비를 필요로 하는 단점이 있다.

[0006] 그리고, 선행특허(대한민국 공개특허공보 10-2012-0045349)에서도 이동 노드 선택을 위한 메시지 전송장치를 제시하고 있어, 이러한 DTN에서 별도의 통신 네트워크나 장치를 이용하여 이동 노드를 선택하는 것은 별도의 통신 네트워크나 장치를 여러 유형의 네트워크에 유동적으로 적용하기 어렵다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 이루고자 하는 과제는 DTN에서 메시지를 복사할 이동 노드를 효율적으로 선택함으로써, 최적의 중계 노드 선택을 통한 통신 자원의 활용도를 높이기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명에 실시예에 따른 지연 허용 네트워크에서의 중계노드 선택방법은, 목적 노드로 데이터 패킷을 전송하고자 하는 소스 노드가 상기 소스 노드와 상기 목적 노드 사이에 위치하는 복수 개의 이웃 노드들로부터 상기 복수 개의 이웃 노드들에 대한 속성 정보를 전달받는 단계, 상기 이웃 노드는 이웃 노드들에 대한 속성 정보를 이용하여 상기 목적 노드와 상기 이웃 노드 사이의 거리 정보를 산출하고, 산출된 상기 목적 노드와 상기 이웃 노드 사이의 거리 정보 및 상기 이웃 노드들의 속도 정보를 이용하여 상기 이웃 노드의 이동 위치를 예측하는 단계, 상기 이웃 노드가 이웃 노드의 예측된 이동 위치를 이용하여 상기 이웃 노드의 예측된 이동 위치와 상기 목적 노드 사이의 거리를 계산하는 단계, 그리고 상기 이웃 노드가 이웃 노드의 예측된 이동 위치와 상기 목적 노드 사이의 거리를 이용하여 하기의 수학식 1과 같이 복수 개의 이웃 노드들에 대한 중계 노드 선정 확률을 선정하고, 선정된 중계 노드 선정 확률에 따라 복수 개의 이웃 노드 중에서 적어도 하나의 중계 노드를 선정하여 일부 이웃 노드를 중계 노드로 선정하는 단계를 포함한다.

[0009] [수학식 1]

$$P_i = (W_{dir} \cdot \cos(\text{dir}_{i,d}(\theta))) + \left(W_v \cdot \frac{v_i}{\text{MAX}(v)}\right) + \left(W_{dist} \cdot \frac{Rt_d}{\text{dist}_{i,d}}\right)$$

$$s.t. \text{dir}_{i,d}(\theta) < \frac{\pi}{2}$$

$$\text{dist}_{i,d} < Rt_d$$

$$W_{dir} + W_v + W_{dist} = 1$$

$$\text{MAX}(P_i) = 1$$

[0010]

[0011] (여기서, P_i 는 이웃 노드가 로부터 중계 노드로 를 선택될 확률인 하는 중계 노드 선택확률, W_{dir} 는 방향성에 대한 가중치, W_v 는 속도에 대한 가중치, W_{dist} 는 거리에 대한 가중치, $\text{dist}_{i,d}$ 는 노드 i(이동 예측된 이웃 노드)와 노드 d(목적 노드) 사이의 직선거리, $\text{dir}_{i,d}(\theta)$ 는 $\text{dist}_{i,d}$ 와 v_i 가 이루는 각도, Rt 는 노드의 통신 반경임)

[0012] 본 발명에 있어서, 상기 수학식 1에서 상기 방향성 가중치 W_{dir} 은 복수 개의 상기 이웃 노드들의 밀도에 따라 차등 부여되며, 하기의 수학식 2로 표현된다.

[0013] [수학식 2]

$$\text{Base} = v \cdot TW = \int v(t)dt$$

$$\text{Area} = \pi Rt^2 + 2Rt\text{Base} = \pi Rt^2 + 2Rt \int v(t)dt$$

$$\text{Density}(t) = \frac{N_{meet}}{\text{Area}} = \frac{N_{meet}}{\pi Rt^2 + 2Rt \int v(t)dt}$$

[0014]

[0015] (여기서, Base 는 노드의 이동 거리, Area 는 노드의 통신 범위와 노드의 이동 거리가 이루는 넓이, 그리고 N_{meet}

은 노드가 이동함에 따라 접촉한 노드의 개수임)

[0016] 본 발명에 있어서, 상기 수학식 1에서 상기 속도 가중치 W_v 는 시간에 따른 메시지의 분포도에 따라 차등 부여되며, 하기의 수학식 3으로 표현된다.

[0017] [수학식 3]

$$M_D(t) = \sum_{t=0}^t \frac{M_{old}}{(M_{old} + M_{fresh})}$$

[0018]

[0019] (여기서, $M_D(t)$ 는 시간에 따른 메시지의 분포도, M_{old} 는 시간 t 에 따라 증가하는 변수로서 이웃 노드에서 같은 메시지를 가진 노드의 접촉 수, M_{fresh} 는 이웃 노드에서 신규 메시지가 복사됨에 따라 증가하는 변수임)

[0020] 본 발명에 있어서, 상기 수학식 2 및 상기 수학식 3을 적용한 시간 t 에 따른 이웃 노드의 중계 노드 선정 확률은 하기의 수학식 4로 표현된다.

[0021] [수학식 4]

$$P_i(t) = (W_{dir}(t_0) \cdot (1 - density) \cdot \cos(dir_{i,d}(\theta))) + (W_v(t_0) \cdot M_D(t) \cdot \frac{v_i}{MAX(v)}) + (W_{dist} \cdot \frac{Rt_d}{dist_{i,d}})$$

[0022]

[0023] (여기서, $P_i(t)$ 는 중계 노드 선출 확률, W_{dir} 은 방향성에 대한 가중치, W_v 는 속도에 대한 가중치, 그리고 W_{dist} 는 거리에 대한 가중치임)

발명의 효과

[0024] 이러한 특징에 따르면, DTN에서 소스 노드로부터 목적 노드로 메시지를 전송할 때, 노드 속성을 분석하여 이웃 노드가 중계 노드로 선택될 확률을 계산하고, 계산된 중계 노드 선택 확률에 따라 이웃 노드를 중계 노드로 선택하여 메시지를 복사하므로, DTN에서의 메시지 복사로 인한 오버헤드를 최적화할 수 있는 효과가 있다.

[0025] 또한, DTN의 이동 노드들이 노드 속성 및 가중치 정보에 따라 직접 중계 노드 선택 확률을 산출함으로써 별도의 통신 네트워크나 장비를 구비하지 않고서도 효율적으로 메시지 전송이 가능하므로, DTN 유지에 소요되는 비용을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 본 발명의 한 실시예에 따른 지연 허용 네트워크에서의 노드 속성을 나타내기 위한 네트워크 상태를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 한 실시예에 따른 지연 허용 네트워크에서 네트워크의 밀도에 따른 중계 노드 선택 각도 변동을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 한 실시예에 따른 지연 허용 네트워크에서 시간에 따른 메시지의 분포도를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였다.

[0028] 먼저, 본 발명의 한 실시예에 따른 지연 허용 네트워크에서의 중계 노드 선택 방법을 적용하기 위한 지연 허용 네트워크의 구조를 도 1을 참고로 하여 설명하면, 지연 허용 네트워크는 도 1에 도시한 것처럼, 데이터 패킷을 전송받는 목적 노드인 제1 노드(10)와, 제1 노드(10)로 데이터 패킷을 전송하는 데 사용되는 클러스터 헤드노드인 제2 노드(21)를 포함한다.

- [0029] 이때, 클러스터 헤드노드인 제2 노드(21)는 지연 허용 네트워크 상에서 이동하는 이동 노드로서, 소스 노드가 목적 노드로 데이터 패킷을 전송하는 데 사용되는 중계 노드, 즉, 소스 노드에서 목적 노드로 전송되는 데이터 패킷이 복사되는 노드이다.
- [0030] 중계 노드인 제2 노드(21)는 시간에 따라 그 위치가 이동하고, 제2 노드(21)는 제2 노드(21)의 속성 정보를 이용하여 제2 노드(21)의 예상 이동 위치를 계산하고, 계산된 예상 이동 위치를 이용하여 제2 노드(21)의 예상 이동 위치와 목적 노드인 제1 노드(10) 사이의 거리를 계산한다.
- [0031] 제2 노드(21)가 시간에 따른 제2 노드(21)의 예상 위치를 계산하는 한 예로써, 제2 노드(21)는 제2 노드(21)의 속성 정보 중 방향 정보($dir_i(\theta)$)와 속도 정보(v_i)를 이용하여 시간에 따른 제2 노드(21)의 이동 위치를 예측한다.
- [0032] 더욱 자세하게는, 제2 노드(21)는 시간의 흐름에 따라 화살표 방향을 따라 이동하여 제1 이동 위치의 제2 노드(22) 및 제2 이동 위치의 제2 노드(23)로 위치 이동하게 되고, 제2 노드(21)는 제1 이동 위치의 제2 노드(22)의 위치를 계산하기 위해서, 제2 노드(21)의 속도 정보(v_i)에 시간 창(TW)을 곱한 것을 제2 노드(21)의 기존 위치 정보에 더한다.
- [0033] 이에 따라, 제1 이동 위치의 제2 노드(22)의 예상 위치가 계산되고, 이러한 계산을 반복하여 제2 이동 위치의 제2 노드(23)의 예상 위치를 계산할 수 있다.
- [0034] 이때, 시간 창(TW, time window)은 움직임 예측을 위한 시간 상수이다.
- [0035] 이와 같이, 제2 노드(21)는 제2 노드(21)의 위치 정보와 제2 노드(21)의 속도 정보(v_i)를 이용하여 시간에 따른 제2 노드(21)의 이동 위치를 예측하며, 예측된 이동 위치를 이용하여 제1 이동 위치의 제2 노드(22)와 목적 노드인 제1 노드(10) 사이의 거리를 계산한다.
- [0036] 계산된 제1 이동 위치의 제2 노드(22)를 이용하여 제2 노드(22)와 목적 노드인 제1 노드(10)와의 거리를 예측하는 한 예에서, 제1 이동 위치의 제2 노드(22)는 다음의 식 1을 이용하여 제1 이동 위치의 제2 노드(22)와 제1 노드(10) 사이의 거리를 계산한다.
- [0037] [식 1]
- $$Exp(dist_{id}) = dist_{id} - TW \cdot v_i \cdot \cos(dir_{id})$$
- [0038]
- [0039] 위의 식 1에서, $Exp(dist_{id})$ 는 노드 i와 노드 d 사이의 거리, 즉 제1 이동 위치의 제2 노드(22)와 제1 노드(10) 사이의 예측 거리이고, $dist_{id}$ 는 제2 노드(21)와 제1 노드(10) 사이의 거리이고, TW 는 시간창의 상수이고, v_i 는 노드 i의 속도이며, dir_{id} 는 노드 i와 노드 d 사이의 각도, 즉 제2 노드(21)와 제1 노드(10) 사이의 각도이다.
- [0040] 한 예에서, $Exp(dist_{id})$ 가 작은 값을 가질수록, 즉, 제1 이동 위치의 제2 노드(22)와 제1 노드(10) 사이의 거리가 짧을수록, 중계 노드로 선택될 확률이 더 높다.
- [0041] 이처럼, 중계 노드인 제2 노드(21)의 속성 정보를 이용하여 제2 노드(21)의 이동 위치를 예측하는 제2 노드(21)는 데이터 패킷을 목적 노드인 제1 노드(10)로 전송하기 위해서 인접하는 복수 개의 중계 노드에 메시지를 복사하고, 메시지를 복사 할 중계 노드를 선택하기 위해서, 복수 개의 이웃 노드들에 대해 다음의 식 2를 이용하여 중계 노드 선정 확률 P_i 를 산출한다.

[0042] [식 2]

$$\begin{aligned}
 P_i &= (W_{dir} \cdot \cos(\text{dir}_{i,d}(\theta))) + \left(W_v \cdot \frac{v_i}{\text{MAX}(v)}\right) + \left(W_{dist} \cdot \frac{Rt_d}{\text{dist}_{i,d}}\right) \\
 \text{s.t. } \text{dir}_{i,d}(\theta) &< \frac{\pi}{2} \\
 \text{dist}_{i,d} &< Rt_d \\
 W_{dir} + W_v + W_{dist} &= 1 \\
 \text{MAX}(P_i) &= 1
 \end{aligned}$$

[0043]

[0044] 위의 식 2에서, P_i 는 이웃 노드로부터 중계 노드를 선정하는 중계 노드 선정확률, W_{dir} 는 방향성에 대한 가중치, v 는 노드 속도, W_v 는 속도에 대한 가중치, W_{dist} 는 거리에 대한 가중치를 의미하며, $\text{dist}_{i,d}$ 는 노드 i(이동 예측된 이웃 노드)와 노드 d(목적 노드) 사이의 직선거리, $\text{dir}_{i,d}(\theta)$ 는 $\text{dist}_{i,d}$ 와 v_i 방향과 이루는 각도, Rt_d 는 목적 노드의 통신 반경을 나타낸다.

[0045] 그리고 이때, v_i 는 노드 i(이웃 노드)의 속도 속성에 관한 것으로, 위에서 이미 설명한 내용과 도 1을 참고로 하여 설명하면, v_i 의 속도를 갖는 노드 i(이웃 노드)는 v_i 의 속도로 이동하고, 시간의 흐름에 따라 제2 시간창(2)에 위치하는 제1 이동 위치의 제2 노드(22) 및 제3 시간창(3)에 위치하는 제2 이동 위치의 제2 노드(23)로 그 위치가 이동할 것으로 예측된다. 따라서, $\text{dir}_{i,d}(\theta)$ 산출에 이용되는 v_i 는 노드 i의 속도 정보에 따른 직선으로 간주할 수 있다.

[0046] 이와 같이, 제1 노드(10)가 위의 식 1의 확률을 이용하여 복수 개의 이웃 노드들에 대한 중계 노드 선정 확률을 선정하고, 선정된 중계 노드 선정 확률에 따라 복수 개의 이웃 노드들 중에서 중계 노드를 선정할 때, 제1 노드(10)는 이웃 노드들의 밀도에 따라 방향성의 가중치(W_{dir})를 차등하여 부여한다.

[0047] 이웃 노드들의 밀도에 따라 방향성에 대한 가중치인 W_{dir} 를 차등 부여하는 한 예를 도 2의 (a) 및 (b)를 참고로 하여 설명하면, 도 2의 (a)에 도시한 것처럼, 목적 노드(200a)로 데이터 패킷을 전송하고자 하는 소스 노드(100a)는, 소스 노드(100a)와 목적 노드(200a) 사이에 위치하는 복수 개의 이웃 노드(150a, 151a)의 밀도가 조밀한 경우, 즉, 이웃 노드(150a, 151a)의 밀도가 높은 경우, 소스 노드(100a)는 목적 노드(200a) 방향으로 제1 각도(θ_1)만큼 방향을 형성하고, 소스 노드(100a)는 형성된 각도 범위 내에 위치하는 이웃 노드들을 중계 노드로서 선정한다.

[0048] 이때, 이웃 노드들의 밀도는 중계 노드 선정 확률에 가중치로 활용하기 위해 산출하는 것으로서, 상대적인 수치로 산출(아래의 식 3)된다.

[0049] 도 2의 (b)를 참고로 하여, 소스 노드(100b)와 목적 노드(210b, 220b) 사이에 위치하는 복수 개의 이웃 노드(150b, 151b)의 밀도가 영성한 경우, 즉, 이웃 노드(150b, 151b)의 밀도가 낮은 경우, 소스 노드(100b)는 목적 노드(210b, 220b) 방향으로 제2 각도(θ_2)만큼 방향을 형성하고, 소스 노드(100b)는 형성된 각도 범위 내에 위치하는 이웃 노드들을 중계 노드로서 선정한다.

[0050] 이때, 도 2의 (a)에서 밀도에 따라 형성된 제1 각도(θ_1)와 도 2의 (b)에서 밀도에 따라 형성된 제2 각도(θ_2)를 비교하면, 제1 각도(θ_1)가 제2 각도(θ_2)보다 작은 값을 갖고, 소스 노드(100a, 100b)와 목적 노드(200a, 210b, 220b) 사이의 밀도가 클수록 중계 노드를 선정하기 위해 형성되는 방향성, 즉 각도가 좁게 형성되고, 반대로, 소스 노드(100a, 100b)와 목적 노드(200a, 210b, 220b) 사이의 밀도가 낮을수록 중계 노드를 선정하기 위해 형성되는 방향성, 즉 각도가 크게 형성된다.

[0051] 도 2의 (a) 및 (b)를 참고로 하여 설명한 것처럼, 소스 노드(100a, 100b)는 소스 노드(200a, 210b, 220b)에 이르기까지 형성된 복수 개의 이웃 노드의 밀도에 따라 복수 개의 이웃 노드 중에서 중계 노드를 선택할 범위 각도를 달리 형성하여 방향성 가중치 W_{dir} 를 차등 부여한다.

[0052] 예로써, 이웃 노드의 밀도가 조밀한 경우 각도를 증가시켜, 즉 방향성 가중치(W_{dir})를 높게 부여하고, 반대로, 이웃 노드의 밀도가 조밀하지 않은 경우 각도를 감소시켜, 방향성 가중치(W_{dir})를 낮게 부여한다.

[0053] 이러한 밀도에 따른 방향성 가중치 W_{dir} 의 차등 부여는 다음의 식 3과 같이 나타낼 수 있다.

[0054] [식 3]

$$\begin{aligned} Base &= v \cdot TW = \int v(t)dt \\ Area &= \pi Rt^2 + 2RtBase = \pi Rt^2 + 2Rt \int v(t)dt \\ Density(t) &= \frac{N_{meet}}{Area} = \frac{N_{meet}}{\pi Rt^2 + 2Rt \int v(t)dt} \end{aligned}$$

[0055]

[0056] 위의 식 3에서, v 는 노드 속도, TW 는 시간창의 상수, $v(t)$ 는 시간 t 에서의 노드 속도, $Base$ 는 노드의 이동 거리, $Area$ 는 노드의 통신 범위와 노드의 이동 거리가 이루는 넓이, $Density$ 는 노드 밀도, Rt 는 노드의 통신 반경, 그리고 N_{meet} 은 노드가 이동함에 따라 접촉한 노드의 개수를 의미한다.

[0057] 이때, 노드의 이동 거리, 노드의 통신 범위, 그리고 노드가 이동함에 따라 접촉한 노드의 개수를 산출하는 각각의 주체인 노드는 소스 노드이거나 중계 노드일 수 있다.

[0058] 그러나, DTN에서 소스 노드(100a, 100b)가 이웃 노드(150b, 151b)의 밀도를 알 수 없는 경우, 도 2의 (c)에 도시한 것처럼, 소스 노드(100c)의 통신 반경(Rt)을 이용하여 소스 노드(100c)와 목적 노드(200c) 사이에 위치하는 복수 개의 이웃 노드들(150c, 151c) 중에서 중계 노드를 선택한다.

[0059] 좀더 자세하게는, 이웃 노드(150c, 151c)의 밀도를 알 수 없는 DTN에서 소스 노드(100c)는 소스 노드(100c)의 통신 반경(Rt)에 2를 곱하여 형성된 범위를 소스 노드(100c)와 목적 노드(200c) 사이에 형성된 넓이를 중계 노드 선택 범위로 간주한다.

[0060] 그리고 이때, 이웃 노드(150c, 151c)의 밀도를 알 수 없을 때의 소스 노드(100c)와 목적 노드(200c) 사이의 중계 노드 선정 대상 노드 범위는 위의 식 3에서 제시한 것처럼, 소스 노드(100c)의 속도(v)와 시간 창 상수(TW)를 이용하여 산출되는 넓이, 즉, $Area$ 로 나타낼 수 있다.

[0061] 이와 같이, 위의 식 2의 확률에 따라 복수 개의 이웃 노드 중에서 일부 중계 노드를 선정하는 노드인 중계 노드, 즉, 제2 노드(20)는 도 2 및 식 3를 이용하여 이웃 노드들의 밀도에 따라 방향성의 가중치(W_{dir})를 차등하여 부여한다.

[0062] 그리고, 제2 노드(20)가 위의 식 2의 중계 노드 선정 확률을 이용하여 복수 개의 이웃 노드들 중에서 일부 중계 노드를 선정할 때, 제2 노드(20)는 이웃 노드들의 메시지 분포에 따라 속도의 가중치(W_v)를 차등하여 부여한다.

[0063] 도 3을 참고로 하여 메시지의 분포도에 따라 가중치를 부여하는 는 한 예에 대해 설명하면, T1, T2, 그리고 T3으로 흐르는 시간의 흐름에서, 시간 T1에서는 복수 개의 이웃 노드들 중 한 개의 이웃 노드에만 메시지가 복사되어 있고, 시간 T2에서는 복수 개의 이웃 노드들 중 9개의 이웃 노드에 메시지가 복사되어 있으며, 시간 T3에서는 복수 개의 이웃 노드들 중 25개의 이웃 노드에 메시지가 복사되어 있다.

[0064] 이는, 시간 T1으로부터 시간 T3에 이르기까지의 시간의 흐름에 따라 제1 이웃 노드(310a)에만 복사되어 있고, 제2 이웃 노드(321a) 및 제3 이웃 노드(322a)에는 복사되어 있지 않은 메시지는 시간 T2에서 제1 이웃 노드(310b) 및 제2 이웃 노드(311b)에 복사되어 있고, 제3 이웃 노드(322b)에는 복사되어 있지 않다.

[0065] 그리고, 시간 T3에서는 제1 내지 제3 이웃 노드(310c, 311c, 312c) 모두 메시지가 복사되어 있다.

[0066] 이처럼, 시간의 흐름에 따라 메시지가 점점 더 많은 이웃 노드로 복사되게 되고, 이는, DTN에서 데이터 패킷을 전송하는 과정에서 메시지를 복사하는 동작이 시간의 흐름에 따라 이루어지는 것으로부터 해석될 수 있다.

[0067] 이때, 시간의 흐름에 따라 메시지가 점점 더 많은 이웃 노드로 복사되는 데이터 분포 확산 현상으로부터, 메시지 분포가 넓은 메시지는 메시지의 수명(TTL, time to live)가 얼마 남지 않은 것으로 판단한다.

[0068] 이에 따라, 중계 노드인 제2 노드(20)는 메시지 분포가 넓은 경우 메시지의 수명이 얼마 남지 않은 것으로 판단하고, 메시지의 수명이 만료되기 전에 중계 노드를 선택하여야 하므로, 속도가 높은 이웃 노드를 중계 노드로

선정하기 위해서 식 2에서 속도 가중치(W_v)를 높게 부여한다.

[0069] 반면, 메시지의 분포가 좁은 경우 메시지의 수명이 비교적 많이 남았다고 판단하므로, 속도가 높은 이웃 노드를 중계 노드로 선정할 이유가 없으므로, 식 2에서 속도 가중치(W_v)를 낮게 부여한다.

[0070] 이와 같이, 제2 노드(20)는 이웃 노드들의 메시지 분포도에 따라 속도의 가중치(W_v)를 차등하여 부여하며, 이는 아래의 식 4와 같이 나타낸다.

[0071] [식 4]

$$M_D(t) = \sum_{t=0}^t \frac{M_{old}}{(M_{old} + M_{fresh})}$$

[0072]

[0073] 위의 식 4에서, $M_D(t)$ 는 시간에 따른 메시지의 분포도, M_{old} 는 시간 t에 따라 증가하는 변수로서 이웃 노드에서 같은 메시지를 가진 노드의 접촉 수, M_{fresh} 는 이웃 노드에서 신규 메시지가 복사됨에 따라 증가하는 변수이다.

[0074] 이때, M_{fresh} 는 신규 메시지가 복사된 노드의 개수이다.

[0075] 그리고, 제2 노드(20)가 위의 식 2의 중계 노드 선정 확률을 이용하여 복수 개의 이웃 노드들 중에서 일부 중계 노드를 선정할 때, 제2 노드(20)는 이웃 노드들이 목적 노드와 이루는 거리에 따라 거리의 가중치(W_{dist})를 차등하여 부여한다.

[0076] 예로써, 소스 노드와 목적 노드 사이에 위치하는 복수 개의 이웃 노드들 중에서 목적 노드와의 거리가 가까운 이웃 노드인 경우, 해당 이웃 노드에 거리의 가중치(W_{dist})를 높게 부여하고, 반대의 예에서, 이웃 노드가 목적 노드와의 거리가 먼 경우, 해당 이웃 노드에 거리의 가중치(W_{dist})를 낮게 부여한다.

[0077] 이는, 도 1 및 식 1을 참고로 하여 위에서 이미 설명한 것처럼, 목적 노드에 가까이 위치하는 이웃 노드일수록 해당 이웃 노드가 목적 노드로 메시지를 용이하게 전달할 수 있기 때문이다.

[0078] 이처럼, 데이터 패킷을 목적 노드로 전송하고자 하는 중계 노드는 위의 식 2의 확률을 이용하여 소스 노드와 목적 노드 사이에 위치하는 복수 개의 이웃 노드들을 중계 노드로 선정하거나 중계 노드로 선정하지 않으며, 이로 인해 복수 개의 이웃 노드들 중에서 중계 노드로서 선택되고, 이때, 위에서 설명한 것처럼, 중계 노드 선출 확률은 방향성에 대한 가중치(W_{dir}), 속도에 대한 가중치(W_v), 그리고 거리에 대한 가중치(W_{dist})를 이용하여 이루어지며, 식 2에 식 3 및 식 4를 각각 적용한 시간 t에 따른 이웃 노드에 대한 중계 노드 선정 확률은 다음의 식 5와 같이 나타낸다.

[0079] [식 5]

$$P_i(t) = (W_{dir}(t_0) \cdot (1 - density) \cdot \cos(dir_{i,d}(\theta))) + (W_v(t_0) \cdot M_D(t) \cdot \frac{v_i}{MAX(v)}) + (W_{dist} \cdot \frac{Rt_d}{dist_{i,d}})$$

[0080]

위의 식 5에서, $P_i(t)$ 는 시간 t에 따른 이웃 노드의 중계 노드 선정확률, $W_{dir}(t_0)$ 초기시간(t_0)에서의 방향성에 대한 가중치, $W_v(t_0)$ 는 초기시간에서의 속도에 대한 가중치, 그리고 W_{dist} 는 거리에 대한 가중치를 나타낸다.

[0081] 따라서, 중계 노드는 식 5에 제시된 시간에 따른 중계 노드 선정 확률을 이용하여 복수 개의 이웃 노드들 중에서 중계 노드를 선정하여, 별도의 통신 네트워크나 별도의 장치 없이도 중계 노드를 선정할 수 있다.

[0082] 예로써, 본 발명의 지연 허용 네트워크에서의 특정 이웃 노드에 대해 중계노드 선택방법에 따라 산출된 중계 노드 선정 확률(P_i)이 0.4인 경우, 목적 노드로 데이터 패킷을 전송하는 이웃 노드들 중 해당 이웃 노드는 0.4의 확률로 중계 노드로서 선택될 수 있다. 따라서, 모든 이웃 노드들에 메시지를 복사하는 종래의 DTN 방식과는 달리, 중계 노드 선정 확률에 따라 이웃 노드들이 갖는 중계 노드 선정 확률에 의해 중계 노드로 선정되어 선정된 중계 노드들에게만 0.4만큼에 해당하는 이웃 노드만을 중계 노드로 삼아 메시지를 복사하게 되므로, 데이터 패

킷 전송에 소모되는 자원을 최소화하여 네트워크의 자원을 효과적으로 이용할 수 있는 효과가 있다.

[0083] 본 발명의 한 실시예에 따른 지연 허용 네트워크에서의 중계노드 선택방법의 흐름을 설명하면, 먼저, 데이터 패킷을 전송하고자 하는 소스 노드 또는 중계 노드인 제2 노드는 주변에 위치하는 노드들의 속성 정보를 전달받고, 전달받은 주변 노드들(이웃 노드)의 속성 정보를 이용하여 주변 노드와 제1 노드 사이의 거리 정보를 산출한다.

[0084] 그리고, 산출된 주변 노드와 제1 노드 사이의 거리 정보 및 주변 노드들의 속성 정보 중 속도 정보를 이용하여 주변 노드들의 시간에 따른 이동 위치를 예측한다.

[0085] 그런 다음, 제2 노드는 식 1 내지 식 5를 이용하여 복수 개의 이웃 노드들 중에서 중계 노드를 선정하고, 선정된 중계 노드들을 통해 메시지를 복사하여 목적 노드에 이르기까지 데이터 패킷을 전송한다.

[0086] 이 상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

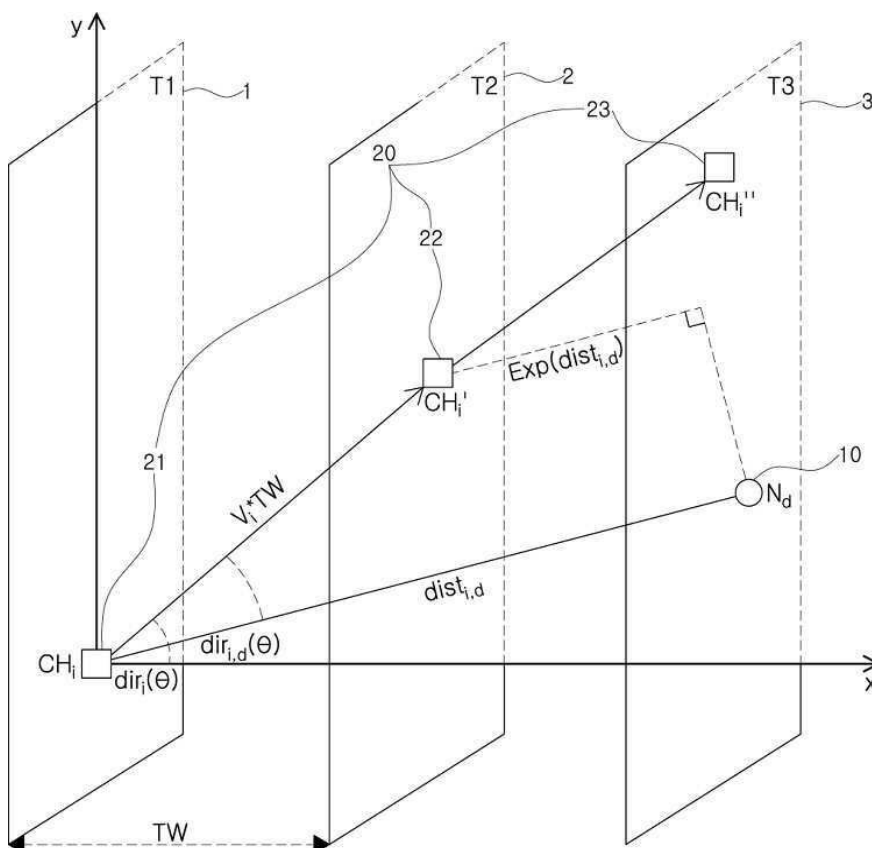
[0087] 1, 2, 3 : 시간창 10 : 제1 노트

20 : 제2 노드 100 : 소스 노드

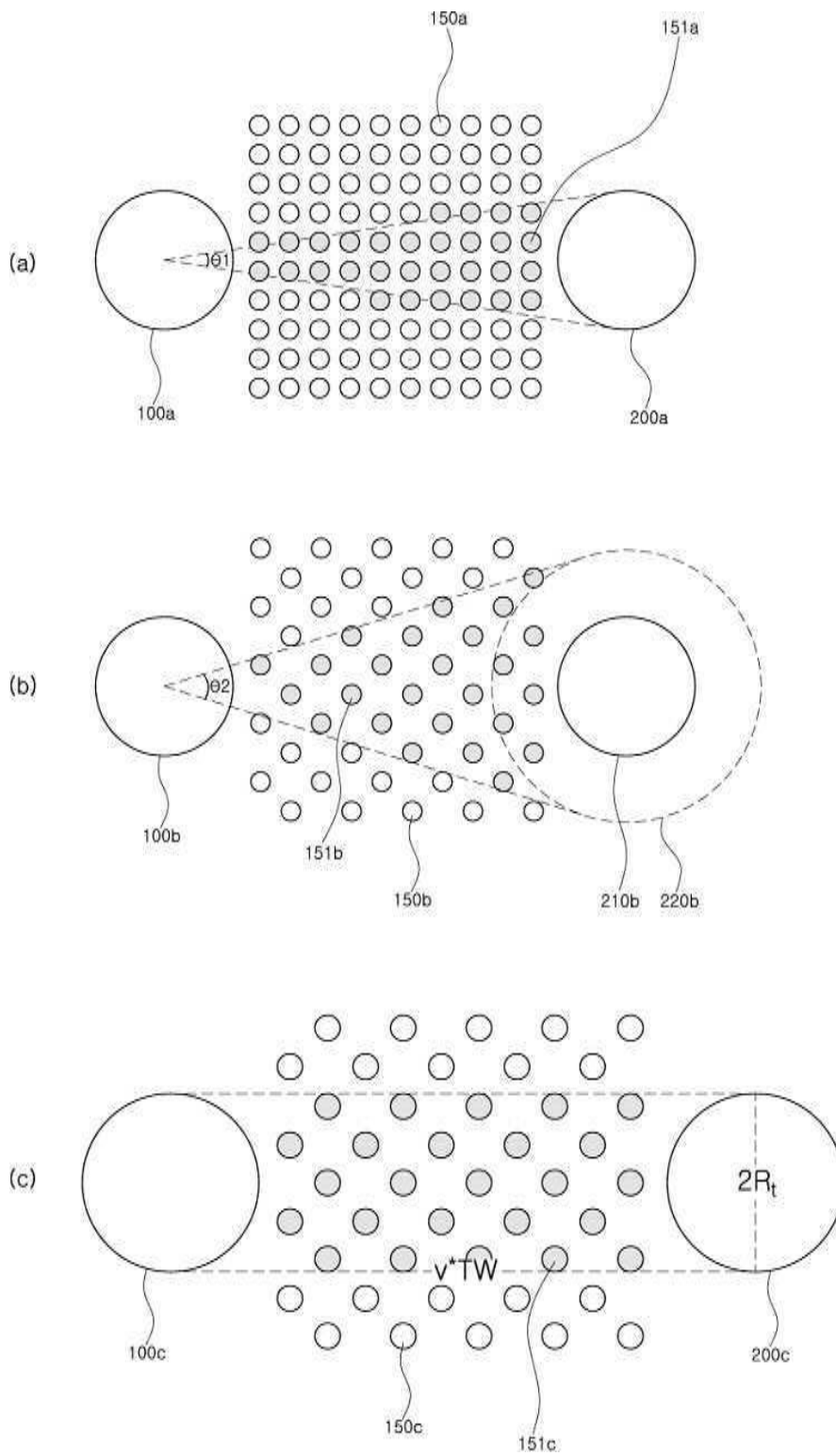
150 : 이웃 노드 200 : 목적 노드

도면

도면1



도면2



도면3

