



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월24일

(11) 등록번호 10-1555315

(24) 등록일자 2015년09월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 12/28 (2006.01) H04L 12/24 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0077225

(22) 출원일자 2014년06월24일

심사청구일자 2014년06월24일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020000005281 A

KR1020140059768 A

KR1020120063351 A

KR1020080072778 A

(73) 특허권자

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

박형곤

경기 고양시 일산동구 강송로 156

권정민

경기 고양시 일산동구 호수로 606, B동 507호 (장항동, 코오롱레이크폴리스1)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김인철

전체 청구항 수 : 총 11 항

심사관 : 강철수

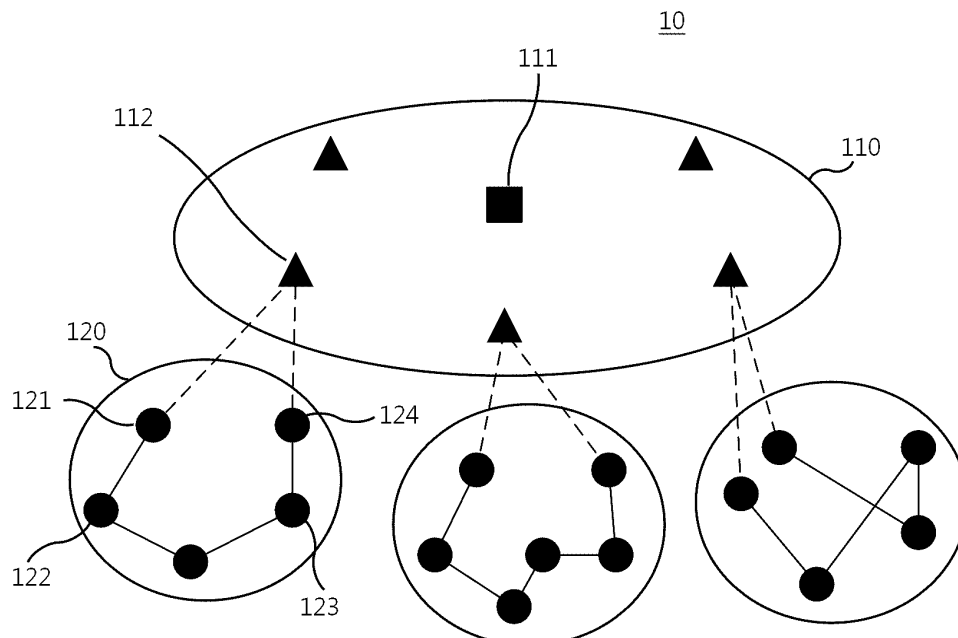
(54) 발명의 명칭 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법 및 저전력 사물 인터넷 노드 장치

(57) 요약

본 발명의 실시예들에 따른 메인 노드와 복수의 서브 노드들을 포함하는 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법에 있어서, 메인 노드가, 복수 서브 노드들을 적어도 두 개의 말단 서브 노드들과 나머지 중간 서브 노드들로 구분하고, 적어도 두 개의 말단 서브 노드들이 각각 말단 위치가 되고 말단 서

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



브 노드들과 중간 서브 노드들이 어사이클릭 그래프 조건을 만족하도록 전송 경로를 결정하는 단계, 메인 노드가, 네트워크 관리 정보를 구성하는 복수의 데이터들을 적어도 두 개의 데이터 그룹들로 분할하고, 말단 서브 노드들의 각각에 복수의 데이터 그룹들 중 하나씩을 송신하는 단계, 말단 서브 노드가, 수신된 데이터 그룹에 속하는 데이터들을 한 단위씩 전송 경로 상에 이웃한 중간 서브 노드에 전송하는 단계, 중간 서브 노드가, 이웃하는 적어도 두 개의 다른 중간 서브 노드들 또는 이웃하는 적어도 하나의 중간 서브 노드와 말단 서브 노드에 대해, 각 서브 노드에서 선정된 두 데이터들을 네트워크 코딩하고 네트워크 코딩된 데이터를 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들 또는 이웃하는 중간 서브 노드와 말단 서브 노드에 전송하는 단계 및 중간 서브 노드가 수신된 네트워크 코딩된 데이터를 사전에 보유한 데이터로써 디코딩하는 단계를 포함할 수 있다.

(72) 발명자

권민혜

서울 은평구 연서로18길 33-2, 2층 (대조동)

김순영

서울 서대문구 통일로25길 30, 110동 401호 (홍제동, 한양아파트)

이민지

서울 성북구 화랑로 210-26, 103동 1101호 (석관동, 석관동신동아파트리예)

조예슬

서울 강북구 한천로105길 24, 203동 1103호 (변동, 번동2단지주공아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2010-0009717

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 기초연구사업-일반연구자지원사업-기본연구(유형2)

연구과제명 다양한네트워크환경에서강인한실시간멀티미디어전송전략

기 여 율 30/100

주관기관 이화여자대학교 산학협력단

연구기간 2010.05.01 ~ 2015.04.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NIPA2014H0301141012

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신산업진흥원

연구사업명 대학IT연구센터육성지원사업

연구과제명 차세대디지털TV방송시스템(실감형/모바일/양방향)핵심기술개발

기 여 율 50/100

주관기관 연세대학교

연구기간 2014.01.01 ~ 2014.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014111C3A1000274

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 교육인력양성사업-여성과학기술인육성및지원사업-여대학(원)생공학심화팀제연구지원사업

연구과제명 네트워크코딩을이용한데이터전송환경에서전송량이특극대화를위한네트워크토폴로지연구

기 여 율 10/100

주관기관 이화여자대학교 산학협력단

연구기간 2014.04.01 ~ 2014.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014H1A2A1016810

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 글로벌박사펠로우십사업

연구과제명 머신러닝기반압축네트워크코딩전략

기 여 율 10/100

주관기관 이화여자대학교

연구기간 2014.03.01 ~ 2015.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

메인 노드와 복수의 서브 노드들을 포함하는 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법에 있어서,

- (a) 상기 메인 노드가, 상기 복수 서브 노드들을 적어도 두 개의 말단 서브 노드들과 나머지 중간 서브 노드들로 분류하고, 상기 적어도 두 개의 말단 서브 노드들이 각각 말단 위치가 되고 상기 말단 서브 노드들과 상기 중간 서브 노드들이 어사이클릭 그래프 조건을 만족하도록 전송 경로를 결정하는 단계;
- (b) 상기 메인 노드가, 네트워크 관리 정보를 구성하는 복수의 데이터들을 적어도 두 개의 데이터 그룹들로 분할하고, 상기 말단 서브 노드들의 각각에 복수의 데이터 그룹들 중 하나씩을 송신하는 단계;
- (c) 상기 말단 서브 노드가, 수신된 데이터 그룹에 속하는 데이터들을 한 단위씩 전송 경로 상에 이웃한 중간 서브 노드에 전송하는 단계;
- (d) 상기 중간 서브 노드들 중 하나가, 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 적어도 두 개의 다른 중간 서브 노드들로부터 또는 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 적어도 하나의 중간 서브 노드와 말단 서브 노드로부터 각각 수신된 데이터들 중 적어도 일부를 네트워크 코딩하고, 네트워크 코딩된 데이터를 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들에, 또는 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 중간 서브 노드와 말단 서브 노드에 각각 전송하는 단계; 및
- (e) 상기 중간 서브 노드들 중 하나가, 네트워크 코딩되어 수신된 데이터들, 사전에 보유한 데이터를 이용하여 디코딩하는 단계를 포함하는 네트워크 관리 데이터 전파 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 상기 단계 (a)에서, 상기 말단 서브 노드들은 두 개이고, 상기 어사이클릭 그래프 조건은 모든 서브 노드들이 하나의 직선형 그래프 상에 존재하는 조건인 것을 특징으로 하는 네트워크 관리 데이터 전파 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서, 상기 단계 (d)는,

상기 중간 서브 노드들 중 하나가, 확보한 데이터들 중에서, 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들 중 어느 하나에만 있는 데이터들을 또는 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 중간 서브 노드와 말단 서브 노드 중 하나에만 있는 데이터들을, 네트워크 코딩되기 위한 적어도 두 개의 데이터들로서 선정하고, 선정된 두 개의 데이터들을 네트워크 코딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워크 관리 데이터 전파 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서, 상기 네트워크 코딩되기 위한 적어도 두 개의 데이터들은, 어떤 중간 서브 노드 s_n 의 이웃하는 두 중간 서브 노드들 s_{n-1} , s_{n+1} 에 대해, 다음 수학적식

$$\begin{aligned} d_i &\in \hat{N}_n \cap \hat{N}_{n+1} \\ d_j &\in \hat{N}_n \cap \hat{N}_{n-1} \end{aligned}$$

에 따라 선정되며,

여기서, d_i 는 상기 중간 서브 노드 s_n 의 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_n$ 과 상기 중간 서브 노드 s_{n+1} 의 전송 대상 데

이터 그룹 $\hat{N}_{n+1}$ 에 공통되는 데이터이고, d_j 는 상기 중간 서브 노드 s_n 의 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_n$ 과 상기 중간 서브 노드 s_{n-1} 의 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_{n-1}$ 에 공통되는 데이터이고,

상기 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_n$ 은 다음의 수학적식들

$$\hat{N}_n = N_n - Y_n$$

$$Y_n = (N_{n-1} \cap N_n \cap N_{n+1})$$

에 의해 정의되며,

여기서 N_{n-1} , N_n , N_{n+1} 은 각각 상기 중간 서브 노드들 s_{n-1} , s_n , s_{n+1} 각각이 보유하는 데이터들로 구성된 데이터 그룹들인 것을 특징으로 하는 네트워크 관리 데이터 전파 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서, 상기 단계 (d)에서,

상기 중간 서브 노드들 중 하나가, 선정된 두 데이터들 d_i , d_j 를 다음 수학적식

$$\hat{d} = d_i \oplus d_j$$

에 따라 네트워크 코딩하고 상기 네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 를 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들에, 또는 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 중간 서브 노드와 말단 서브 노드에 각각 전송하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워크 관리 데이터 전파 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서, 상기 단계 (e)에서,

상기 중간 서브 노드 s_n 로부터 네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 를 수신한 상기 n-1 번째 중간 서브 노드 s_{n-1} 는 보유 중인 데이터 d_j 를 기초로 다음 수학적식

$$d_i = \hat{d} \oplus d_j, \quad \text{where } d_j \in N_{n-1}$$

에 따라 데이터 d_i 를 획득하고,

상기 중간 서브 노드 s_n 로부터 상기 네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 를 수신한 상기 n+1 번째 중간 서브 노드 s_{n+1} 는 보유 중인 데이터 d_i 를 기초로 다음 수학적식

$$d_j = \hat{d} \oplus d_i, \quad \text{where } d_i \in N_{n+1}$$

에 따라 데이터 d_j 를 획득하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워크 관리 데이터 전파 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 단계 (d)에서 상기 중간 서브 노드들 중 하나가, 네트워크 코딩되기 위한 일부 데이터들을 제외한 나머지 데이터들을 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 이전 서브 노드로부터 수신하여 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 다음 서브 노드로 중계하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 트워크 관리 데이터 전파 방법.

청구항 8

컴퓨터에서 청구항 1 내지 청구항 7 중 어느 한 청구항에 따른 네트워크 관리 데이터 전파 방법을 구현하도록 작성된 프로그램이 수록된 컴퓨터로 독출 가능한 기록 매체.

청구항 9

메인 노드와 서브 노드 중 어느 하나의 역할로서 저전력 사물 인터넷 네트워크를 구성하는 저전력 사물 네트워크 노드 장치로서,

만약 상기 저전력 사물 네트워크 노드 장치가 메인 노드로 역할하는 경우에,

상기 저전력 사물 인터넷 네트워크를 구성하는 복수의 서브 노드들을 적어도 두 개의 말단 서브 노드들과 나머지 중간 서브 노드들로 분류하고, 상기 적어도 두 개의 말단 서브 노드들이 각각 말단 위치가 되고 상기 말단 서브 노드들과 상기 중간 서브 노드들이 어사이클릭 그래프 조건을 만족하도록 전송 경로를 결정하고,

네트워크 관리 정보를 구성하는 복수의 데이터들을 적어도 두 개의 데이터 그룹들로 분할하고, 상기 말단 서브 노드들의 각각에 복수의 데이터 그룹들 중 하나씩을 송신하도록 동작하는 것을 특징으로 하는 저전력 사물 네트워크 노드 장치.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

만약 상기 저전력 사물 네트워크 노드 장치가 서브 노드로 역할하는 경우에,

상기 메인 노드로부터 수신된 데이터 그룹에 속하는 데이터들을 한 단위씩 전송 경로 상에 이웃한 중간 서브 노드에 전송하고,

상기 전송 경로 상에서 이웃하는 적어도 두 개의 다른 중간 서브 노드들로부터 또는 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 적어도 하나의 중간 서브 노드와 말단 서브 노드들로부터 수신된 데이터들 중 적어도 일부를 네트워크 코딩하고, 네트워크 코딩된 데이터를 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들에, 또는 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 중간 서브 노드와 말단 서브 노드에 각각 전송하며,

네트워크 코딩되어 수신된 데이터를 사전에 보유한 데이터로써 디코딩하도록 동작하는 것을 특징으로 하는 저전력 사물 네트워크 노드 장치.

청구항 11

메인 노드와 복수의 서브 노드들을 포함하는 저전력 사물 인터넷 네트워크 시스템에서,

상기 복수 서브 노드들을 적어도 두 개의 말단 서브 노드들과 나머지 중간 서브 노드들로 분류하고, 상기 적어도 두 개의 말단 서브 노드들이 각각 말단 위치가 되고 상기 말단 서브 노드들과 상기 중간 서브 노드들이 어사이클릭 그래프 조건을 만족하도록 전송 경로를 결정하며, 네트워크 관리 정보를 구성하는 복수의 데이터들을 적어도 두 개의 데이터 그룹들로 분할하고, 상기 말단 서브 노드들의 각각에 복수의 데이터 그룹들 중 하나씩을 송신하는 메인 노드 장치; 및

말단 서브 노드로 분류될 경우에, 상기 메인 노드 장치로부터 수신된 데이터 그룹에 속하는 데이터들을 한 단위씩 전송 경로 상에 이웃한 중간 서브 노드에 전송하고, 중간 서브 노드로 분류될 경우에, 상기 전송 경로 상에 이웃하는 적어도 두 개의 다른 중간 서브 노드들로부터 또는 상기 전송 경로 상에 이웃하는 적어도 하나의 중간 서브 노드와 말단 서브 노드들로부터 수신된 데이터들 중 적어도 일부를 네트워크 코딩하며, 네트워크 코딩된 데이터를 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들 또는 상기 전송 경로 상에서 이웃하는 중간 서브 노드와 말단 서브 노드에 각각 전송하고, 네트워크 코딩되어 수신된 데이터를 사전에 보유한 데이터로써 디코딩하는 서브 노드 장치를 포함하는 저전력 사물 인터넷 네트워크 시스템.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 사물 인터넷에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 사물 인터넷의 네트워크 관리 기술에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 사물 인터넷(Internet of Things, IoT)은 사물들에 정보 처리 기능과 데이터 송수신 기능을 부여하여 인터넷과 같은 공공 네트워크에 연결하자는 개념에서 연구되기 시작하여, 모바일 네트워크, 스마트폰, 유비쿼터스 네트워크, 센서 네트워크, 빅데이터 기술 등의 개념들과 함께 융합하면서, 폭발적으로 확산되고 있다.
- [0003] 사물의 본래 기능과 형상에 따라 다르겠지만, 이동식이거나, 휴대형이거나, 상용 전원으로 동작하지 않은 사물에 사물의 기능과 형상을 유지하면서 네트워크 기능을 갖춘 장치를 부착하려면, 그러한 네트워크 기능 장치는 통상적으로 배터리 기반으로 동작하는 장치일 것이다.
- [0004] 사물 인터넷은 가능한 많은 사물들이 네트워크로 연결되어 있을수록 위력을 발휘하므로 각 사물에 부착된 네트워크 기능 장치의 전력 효율은 중대한 문제이다.
- [0005] 통상적으로 사물에 부착된 네트워크 기능 장치, 즉 노드(node)의 전력 효율은 정보 수집 동작 내지 명령 처리 동작 시의 전력 소비보다 송수신 동작의 전력 소비에 좌우된다. 송수신 동작 전력은 송신 거리나 BER, 전송 프로토콜 등의 다양한 인자들에 의해 결정되겠지만, 장시간에 걸쳐 가장 큰 영향을 미치는 요인은 역시 송신 횟수이다.
- [0006] 어떤 하위 네트워크를 구성하는 사물 인터넷 노드들 중에 상위 계층에 대한 게이트웨이 역할을 맡은 서버 노드는 다른 서버 노드들로부터 취합된 데이터를 상위 계층에 전송하고 상위 계층으로부터 수신된 네트워크 관리 정보 내지 명령을 다른 서버 노드들에 전송하여야 하므로, 다른 서버 노드들에 비해 훨씬 많은 송신 동작을 수행하게 된다. 게이트웨이 역할의 특정 서버 노드에서 배터리 전력이 일찍 소모될 것이고, 따라서 해당 하위 네트워크는 제대로 기능할 수 없게 되는데, 이러한 현상을 에너지 홀 문제(energy hole problem)이라 한다.
- [0007] 특히, 상위 계층에서 서버 노드들 모두로 전송되어야 하는 예를 들어 펌웨어 업데이트, 보안 데이터, 네트워크 구성 정보 등의 네트워크 관리 정보는 게이트웨이 역할의 특정 서버 노드의 배터리를 빠르게 소모시킬 수 있다.
- [0008] 이에 따라, 에너지 효율적으로 네트워크 관리 정보를 사물 인터넷을 구성하는 서버 노드들에 전파하는 방법이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국특허공개공보 제10-2009-0105322호(2009.10.07)
(특허문헌 0002) 한국특허공개공보 제10-2009-0044140호(2009.05.17)

비특허문헌

- [0010] (비특허문헌 0001) Information Exchange in Wireless Networks with Network Coding and Physical layer Broadcast, Conference on Information Sciences and Systems, 2005.03
(비특허문헌 0002) XORs in the air : practical wireless network coding, ACM SIGCOMM, 2004.08

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법 및 저전력 사물 인터넷 노드 장치를 제공하는 데에 있다.
- [0012] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 게이트웨이 역할의 특정 노드 장치에서 송신 동작이 집중되는 것을 방지함으로써, 특정 노드 장치의 전력이 일찍 고갈되는 에너지 홀 문제를 최소화할 수 있는 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법 및 저전력 사물 인터넷 노드 장치를 제공하는 데에 있다.
- [0013] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 네트워크 관리 정보의 전파를 완료하기 위해 게이트웨이 역할의 특정 노드

장치가 부담해야 하는 송신 횟수를 줄일 수 있는 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법 및 저전력 사물 인터넷 노드 장치를 제공하는 데에 있다.

[0014] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 네트워크 관리 정보의 전파를 완료하기 위해 노드 장치들 사이에서 일어나는 전체 송신 횟수를 줄일 수 있는 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법 및 저전력 사물 인터넷 노드 장치를 제공하는 데에 있다.

[0015] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 네트워크 관리 정보의 전파가 완료되기까지 걸리는 전체 시간을 줄일 수 있는 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법 및 저전력 사물 인터넷 노드 장치를 제공하는 데에 있다.

[0016] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확히 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명의 일 측면에 따라 메인 노드와 복수의 서브 노드들을 포함하는 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법에 있어서,

[0018] (a) 상기 메인 노드가, 상기 복수 서브 노드들을 적어도 두 개의 말단 서브 노드들과 나머지 중간 서브 노드들로 구분하고, 상기 적어도 두 개의 말단 서브 노드들이 각각 말단 위치가 되고 상기 말단 서브 노드들과 상기 중간 서브 노드들이 어사이클릭 그래프 조건을 만족하도록 전송 경로를 결정하는 단계;

[0019] (b) 상기 메인 노드가, 네트워크 관리 정보를 구성하는 복수의 데이터들을 적어도 두 개의 데이터 그룹들로 분할하고, 상기 말단 서브 노드들의 각각에 복수의 데이터 그룹들 중 하나씩을 송신하는 단계;

[0020] (c) 상기 말단 서브 노드가, 수신된 데이터 그룹에 속하는 데이터들을 한 단위씩 전송 경로 상에 이웃한 중간 서브 노드에 전송하는 단계;

[0021] (d) 상기 중간 서브 노드가, 이웃하는 적어도 두 개의 다른 중간 서브 노드들 또는 이웃하는 적어도 하나의 중간 서브 노드와 말단 서브 노드에 대해, 네트워크 코딩 전송에 적합하다고 선정된 두 데이터들을 네트워크 코딩하고 네트워크 코딩된 데이터를 상기 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들 또는 상기 이웃하는 중간 서브 노드와 상기 말단 서브 노드에 전송하는 단계; 및

[0022] (e) 상기 중간 서브 노드가 상기 수신된 네트워크 코딩된 데이터를 사전에 보유한 데이터로써 디코딩하는 단계를 포함할 수 있다.

[0023] 일 실시예에 따라, 상기 단계 (a)에서, 상기 말단 서브 노드들은 두 개이고, 상기 어사이클릭 그래프 조건은 모든 서브 노드들이 하나의 직선형 그래프 상에 존재하는 조건일 수 있다.

[0024] 일 실시예에 따라, 상기 단계 (d)는,

[0025] 상기 중간 서브 노드가, 상기 중간 서브 노드가 확보한 데이터들 중에서, 이웃하는 적어도 두 개의 서브 노드들 중 어느 한 서브 노드에만 있는 데이터들로서 상기 네트워크 코딩 전송에 적합한 적어도 두 개의 데이터들을 선정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0026] 일 실시예에 따라, 네트워크 코딩 전송에 적합한 두 개의 데이터들은, 어떤 중간 서브 노드 s_n 의 이웃하는 두 중간 서브 노드들 s_{n-1} , s_{n+1} 에 대해, 다음 수학적식

$$\begin{aligned} d_i &\in \hat{N}_n \cap \hat{N}_{n+1} \\ d_j &\in \hat{N}_n \cap \hat{N}_{n-1} \end{aligned}$$

[0027] 에 따라 선정되며,

[0028]

[0029] 여기서, d_i 는 상기 중간 서브 노드 s_n 의 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_n$ 과 상기 중간 서브 노드 s_{n+1} 의 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_{n+1}$ 에 공통되는 데이터이고, d_j 는 상기 중간 서브 노드 s_n 의 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_n$ 과 상기

중간 서브 노드 s_{n-1} 의 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_{n-1}$ 에 공통되는 데이터이고,

상기 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_n$ 은 다음의 수학적식들

$$\hat{N}_n = N_n - Y_n$$

$$Y_n = (N_{n-1} \cap N_n \cap N_{n+1})$$

에 의해 정의되며,

여기서 N_{n-1} , N_n , N_{n+1} 은 각각 상기 중간 서브 노드들 s_{n-1} , s_n , s_{n+1} 각각이 보유하는 데이터들로 구성된 데이터 그룹들일 수 있다.

일 실시예에 따라, 상기 단계 (d)에서,

상기 중간 서브 노드가, 상기 선정된 두 데이터들 d_i , d_j 을 다음 수학적식

$$\hat{d} = d_i \oplus d_j$$

에 따라 네트워크 코딩하여 상기 네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 를 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들 또는 이웃하는 중간 서브 노드와 이웃하는 말단 서브 노드에 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

일 실시예에 따라, 상기 단계 (e)에서,

상기 중간 서브 노드 s_n 로부터 네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 를 수신한 상기 n-1 번째 중간 서브 노드 s_{n-1} 는 보유 중인 데이터 d_j 를 기초로 다음 수학적식

$$d_i = \hat{d} \oplus d_j, \quad \text{where } d_j \in N_{n-1}$$

에 따라 데이터 d_i 를 획득하고,

상기 중간 서브 노드 s_n 로부터 상기 네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 를 수신한 상기 n+1 번째 중간 서브 노드 s_{n+1} 는 보유 중인 데이터 d_i 를 기초로 다음 수학적식

$$d_j = \hat{d} \oplus d_i, \quad \text{where } d_i \in N_{n+1}$$

에 따라 데이터 d_j 를 획득하는 단계를 포함할 수 있다.

일 실시예에 따라, 상기 네트워크 관리 데이터 전파 방법은,

만약 상기 단계 (d)에서 네트워크 코딩 전송에 적합한 적어도 두 데이터들이 선정되지 않으면, 서브 노드가 상기 전송 경로 상의 이웃하는 이전 서브 노드에서 이웃하는 다음 서브 노드로 데이터를 중계하는 단계를 더 포함할 수 있다.

본 발명의 다른 측면에 따른 컴퓨터로 독출 가능한 기록 매체는, 컴퓨터에서 일 실시예에 따른 네트워크 관리 데이터 전파 방법을 구현하도록 작성된 프로그램이 수록된 컴퓨터로 독출 가능한 기록 매체일 수 있다.

본 발명의 또 다른 측면에 따라, 메인 노드와 서브 노드 중 어느 하나의 역할로서 저전력 사물 인터넷 네트워크를 구성하는 저전력 사물 네트워크 노드 장치로서,

만약 상기 저전력 사물 네트워크 노드 장치가 메인 노드로 역할하는 경우에,

상기 저전력 사물 인터넷 네트워크를 구성하는 복수의 서브 노드들을 적어도 두 개의 말단 서브 노드들과 나머지 중간 서브 노드들로 구분하고, 상기 적어도 두 개의 말단 서브 노드들이 각각 말단 위치가 되고 상기 말단

서브 노드들과 상기 중간 서브 노드들이 어사이클릭 그래프 조건을 만족하도록 전송 경로를 결정하고,

[0052] 네트워크 관리 정보를 구성하는 복수의 데이터들을 적어도 두 개의 데이터 그룹들로 분할하고, 상기 말단 서브 노드들의 각각에 복수의 데이터 그룹들 중 하나씩을 송신하도록 동작할 수 있다.

[0053] 일 실시예에 따라, 만약 상기 저전력 사물 네트워크 노드 장치가 서브 노드로 역할하는 경우에,

[0054] 상기 메인 노드로부터 수신된 데이터 그룹에 속하는 데이터들을 한 단위씩 전송 경로 상에 이웃한 중간 서브 노드에 전송하고,

[0055] 이웃하는 적어도 두 개의 다른 중간 서브 노드들 또는 이웃하는 적어도 하나의 중간 서브 노드와 말단 서브 노드에 대해, 네트워크 코딩 전송에 적합하다고 선정된 두 데이터들을 네트워크 코딩하고 네트워크 코딩된 데이터를 상기 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들 또는 상기 이웃하는 중간 서브 노드와 상기 말단 서브 노드에 전송하며,

[0056] 상기 수신된 네트워크 코딩된 데이터를 사전에 보유한 데이터로써 디코딩하도록 동작할 수 있다.

[0057] 본 발명의 또 다른 측면에 따라, 메인 노드와 복수의 서브 노드들을 포함하는 저전력 사물 인터넷 네트워크 시스템에서,

[0058] 상기 복수 서브 노드들을 적어도 두 개의 말단 서브 노드들과 나머지 중간 서브 노드들로 구분하고, 상기 적어도 두 개의 말단 서브 노드들이 각각 말단 위치가 되고 상기 말단 서브 노드들과 상기 중간 서브 노드들이 어사이클릭 그래프 조건을 만족하도록 전송 경로를 결정하며, 네트워크 관리 정보를 구성하는 복수의 데이터들을 적어도 두 개의 데이터 그룹들로 분할하고, 상기 말단 서브 노드들의 각각에 복수의 데이터 그룹들 중 하나씩을 송신하는 메인 노드 장치; 및

[0059] 말단 서브 노드로 구분될 경우에, 상기 메인 노드 장치로부터 수신된 데이터 그룹에 속하는 데이터들을 한 단위씩 전송 경로 상에 이웃한 중간 서브 노드에 전송하고, 중간 서브 노드로 구분될 경우에, 이웃하는 적어도 두 개의 다른 중간 서브 노드들 또는 이웃하는 적어도 하나의 중간 서브 노드와 말단 서브 노드에 대해, 네트워크 코딩 전송에 적합하다고 선정된 두 데이터들을 네트워크 코딩하며 네트워크 코딩된 데이터를 상기 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들 또는 상기 이웃하는 중간 서브 노드와 상기 말단 서브 노드에 전송하고, 상기 중간 서브 노드가 상기 수신된 네트워크 코딩된 데이터를 사전에 보유한 데이터로써 디코딩하는 서브 노드 장치를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0060] 본 발명의 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법 및 저전력 사물 인터넷 노드 장치에 따르면, 게이트웨이 역할의 특정 노드 장치에서 송신 동작이 집중되는 것을 방지함으로써, 특정 노드 장치의 전력이 일찍 고갈되는 에너지 홀 문제를 최소화할 수 있다.

[0061] 본 발명의 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법 및 저전력 사물 인터넷 노드 장치에 따르면, 네트워크 관리 정보의 전파를 완료하기 위해 게이트웨이 역할의 특정 노드 장치가 부담하여야 하는 송신 횟수를 크게 줄일 수 있다.

[0062] 본 발명의 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법 및 저전력 사물 인터넷 노드 장치에 따르면, 네트워크 관리 정보의 전파를 완료하기 위해 노드 장치들 사이에서 일어나는 전체 송신 횟수를 줄일 수 있다.

[0063] 본 발명의 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법 및 저전력 사물 인터넷 노드 장치에 따르면, 네트워크 관리 정보의 전파가 완료되기까지 걸리는 전체 시간을 줄일 수 있다.

[0064] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0065] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법을 위한 사물 인터넷 네트워크 계층 구조를 예시한 개념도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법

을 예시한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법에서 서버 노드들의 네트워크 코딩에 기반한 데이터 전송 동작을 예시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법에 따른 전송 횟수와 통상적인 전송 방식에 따른 전송 횟수를 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0066] 본문에 개시되어 있는 본 발명의 실시예들에 대해서, 특정한 구조적 내지 기능적 설명들은 단지 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로, 본 발명의 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본문에 설명된 실시예들에 한정되는 것으로 해석되어서는 아니 된다.
- [0067] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0068] 본 명세서 전체에 걸쳐, 사물 인터넷 노드 장치들 또는 메인 노드 장치들은, 명백하게 다른 기술적 맥락에서 사용되는 경우가 아닌 한, 각각 서버 노드, 메인 노드로 호칭될 수 있다.
- [0069] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법을 위한 사물 인터넷 네트워크 계층 구조를 예시한 개념도이다.
- [0070] 도 1을 참조하면, 사물 인터넷 네트워크 계층 구조(10)는 상위 계층 네트워크(110)와 적어도 하나의 하위 계층 네트워크(120)로써, 계층적으로 구성된다.
- [0071] 상위 계층 네트워크(110)는 외부의 인터넷 또는 IoT 플랫폼 서버에 백본을 통해 연결되는 네트워크로서, 백본을 통해 외부와 연결되는 센트럴 허브(111)와, 게이트웨이로 동작하도록 사물 인터넷 서버 노드 장치들(121, 122, 123, 124)(또는 서버 노드들) 중에서 선정(선출)되거나 또는 사전에 설정되는 메인 노드 장치들(112)(또는 메인 노드)로 구성될 수 있다.
- [0072] 하위 계층 네트워크(120)는 각각 사물에 부착되어 사물에 관하여 정보를 수집하고 상위 계층 네트워크(110)에 대해 데이터를 송수신하는 사물 인터넷 노드 장치들(121, 122, 123, 124)로 구성될 수 있다.
- [0073] 상위 계층 네트워크(110)의 메인 노드(112)는, 일 실시예에서는, 서버 노드들(121, 122, 123, 124)과 실질적으로 동일한 하드웨어 내지 동일한 주요 기능을 가지며, 다만 상위 계층 네트워크(110)와 하위 계층 네트워크(120) 사이에서 게이트웨이 역할을 하도록 선정되거나 또는 인위적으로 설정된 것일 수 있다.
- [0074] 다른 실시예에서는, 상위 계층 네트워크(110)의 메인 노드(112)는 게이트웨이 역할을 추가로 수행할 수 있도록 서버 노드들(121, 122, 123, 124)보다 좀더 강력한 하드웨어에 기반할 수도 있고, 또는 게이트웨이 기능에 특화될 수도 있다.
- [0075] 센트럴 허브(111), 메인 노드(112) 및 서버 노드들(121, 122, 123, 124)은 사물 인터넷 네트워크 시스템을 구성할 수 있다.
- [0076] 한편, 본 발명의 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법은, 적어도 네트워크 관리 정보의 전파 시에는, 하위 계층 네트워크(120)의 서버 노드들(121, 122, 123, 124)이 내부적으로 사이클(cycle)이 없는 어사이클릭 그래프(acyclic graph) 조건을 만족하는 전송 경로를 형성할 수 있는 것이 바람직하다. 예를 들어, 서버 노드들(121, 122, 123, 124)은 한 줄로 배열할 수 있는 전송 경로를 형성할 수 있다. 다만 이러한 조건이 본 발명의 네트워크 관리 정보의 전파 외에 다른 정보의 송수신 시에도 필요한 것은 아니다.
- [0077] 메인 노드(112)는 네트워크 관리 정보를 구성하는 데이터들을 복수의, 예를 들어 두 개의 데이터 그룹들로 나누고, 하위 계층 네트워크(120)의 서버 노드들(121, 122, 123, 124)이 형성한 전송 경로의 말단에 해당하는 복수의, 예를 들어 두 개의 서버 노드(121, 124)들에 복수의, 예를 들어 두 개의 데이터 그룹들의 각각을 전송할 수 있다. 이어서, 말단에 해당하는 서버 노드들(121, 124)은 각각 자신이 수신한 데이터 그룹 내의 데이터들을 전송 경로 상에서 이웃하는 서버 노드(122 또는 123)로 네트워크 코딩 기법에 따라 전송한다. 마찬가지로, 서버 노드들(122 또는 123)도 각각 자신이 수신한 데이터들을 전송 경로 상에서 이웃하는 다른 서버 노드들에 대해 네트워크 코딩 기법에 따라 전송한다.

- [0078] 본 발명의 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법을 구체적으로 설명하기 위해 도 2 및 도 3을 참조하면, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법을 예시한 순서도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법에서 서브 노드들의 네트워크 코딩에 기반한 데이터 전송 동작을 예시한 도면이다.
- [0079] 도 2의 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법은 도 3에서 예시된 바와 같은 전송 경로 상에서 이루어진다.
- [0080] 도 3에 예시된 바와 같이, N 개의 서브 노드들($s_1, s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots, s_{N-1}, s_N$)은, 적어도 네트워크 관리 정보의 전파를 위해서, 내부에 사이클이 형성되지 않는 어사이클릭 그래프 조건을 만족하는 전송 경로, 예를 들어 한 줄로 배열된 전송 경로를 형성할 수 있다.
- [0081] 전송 경로의 두 말단 위치들에 있는 서브 노드들(s_1, s_N)은 각각 하나의 이웃하는 서브 노드(s_2 또는 s_{N-1})와 연결될 뿐이지만, 말단 위치들을 제외한 n 번째 서브 노드(s_n)는 각각 두 개의 이웃하는 서브 노드들(s_{n-1}, s_{n+1})에 대해 데이터를 네트워크 코딩 기법으로 송신하고 또한 수신한다.
- [0082] 이러한 맥락 하에서, 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법은 단계(S21)로부터 시작할 수 있다.
- [0083] 단계(S21)에서, 메인 노드(112)가 N 개의 서브 노드들($s_1, s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots, s_{N-1}, s_N$)을 적어도 두 개의 말단 서브 노드들(s_1, s_N)과 나머지 중간 서브 노드들로 구분하고, 적어도 두 개의 말단 서브 노드들(s_1, s_N)이 각각 말단 위치가 되고 말단 서브 노드들(s_1, s_N)과 중간 서브 노드들($s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots, s_{N-1}$)이 어사이클릭 그래프 조건을 만족하도록 전송 경로를 결정한다.
- [0084] 이때, 메인 노드(112)는 서브 노드들의 일원으로서 서브 노드들 중에서 선정(또는 선출)된 노드이거나, 또는 서브 노드들과 달리 메인 노드로서 특화된 노드일 수 있다.
- [0085] 단계(S22)에서, 메인 노드(112)가, 네트워크 관리 정보를 구성하는 복수의 데이터들을 적어도 두 개의 데이터 그룹들로 분할하고, 전송 경로 상의 복수의 말단 위치들에 있는 말단 서브 노드들(s_1, s_N)의 각각에 복수의 데이터 그룹들(N_1, N_N) 중 하나씩을 송신한다.
- [0086] 구체적으로, 메인 노드(112)는 센트럴 허브(111)로부터 수신된 네트워크 관리 정보를 구성하는 L 개의 데이터들 ($d_1, d_2, \dots, d_L$)을 두 개의 데이터 그룹들 $N_1 = \{d_1, \dots, d_{\lfloor \frac{L}{2} \rfloor}\}$ 및 $N_N = \{d_{\lfloor \frac{L}{2} \rfloor + 1}, \dots, d_L\}$ 로 분할하고, 분할된 데이터 그룹들 N_1, N_N 을 말단 서브 노드들 s_1, s_N 에 각각 전송한다.
- [0087] 단계(S23)에서, 전송 경로의 복수의 말단 위치들에 있는 말단 서브 노드들(s_1, s_N)의 각각이 메인 노드(112)로부터 복수의 데이터 그룹들(N_1, N_N)중 한 데이터 그룹을 각각 수신한다.
- [0088] 단계(S24)에서, 말단 서브 노드(s_1 또는 s_N)가 수신한 데이터 그룹(N_1, N_N)에 속하는 데이터들을 한 단위씩 전송 경로 상에 이웃한 중간 서브 노드($s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots$, 또는 s_{N-1})에 전송한다.
- [0089] 단계(S25)에서, 중간 서브 노드($s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots$, 또는 s_{N-1})가 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들($s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots$, 또는 s_{N-1}) 또는 적어도 하나의 중간 서브 노드(s_3 , 또는 s_{N-2})와 말단 서브 노드(s_1 또는 s_N)에 대해, 네트워크 코딩 전송에 적합한 두 데이터들(d_i, d_j)을 선정한다.
- [0090] 만약 그러한 데이터들(d_i, d_j)이 선정되면 단계(S26)으로 진행하고, 그렇지 않고 적합한 데이터들이 없으면 네트워크 코딩을 하지 않고 그대로 전송하기 위한 단계(S28)로 진행한다. 예를 들어, 네트워크 관리 데이터가 전파되는 초기에는 각 중간 서브 노드들이 네트워크 코딩하기에 불충분한 개수의 데이터들만을 가지고 있을 수 있는데, 이러한 경우에는 전송 경로 상의 이웃하는 한 서브 노드에서 이웃하는 다른 서브 노드로 데이터를 네트워크 코딩 없이 통상의 방식으로 중계할 수 있다.

[0091] 구체적으로, 단계(S25)에서, 각각의 중간 서브 노드($s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots$, 또는 s_{N-1})는 해당 중간 서브 노드가 확보한 데이터들 중에서, 이웃하는 적어도 두 개의 서브 노드들 중 어느 한 서브 노드에만 있는 데이터들로서 네트워크 코딩 전송에 적합한 적어도 두 개의 데이터들(d_i, d_j)을 선정할 수 있다.

[0092] 도 3과 함께 살펴보면, 어떤 중간 서브 노드(s_n)는 전송 경로 상에서 두 중간 서브 노드들(s_{n-1}, s_{n+1})과 이웃하는데, 각 서브 노드들(s_{n-1}, s_n, s_{n+1})은 현재 각각 데이터 그룹들(N_{n-1}, N_n, N_{n+1})을 보유 중이다.

[0093] 이때, 다음 수학적 식 1과 같이 세 데이터 그룹들(N_{n-1}, N_n, N_{n+1})에 공통되는 데이터들의 데이터 그룹 Y_n 은 세 서브 노드들(s_{n-1}, s_n, s_{n+1})이 서로 더 이상 전송할 필요가 없다.

수학적 식 1

[0094]
$$Y_n = (N_{n-1} \cap N_n \cap N_{n+1})$$

[0095] 이에 따라, 중간 서브 노드(s_n)가 네트워크 코딩하여 이웃 서브 노드들(s_{n-1}, s_{n+1})에 전송하기에 적합한 데이터는, 중간 서브 노드(s_n)가 보유 중인 데이터들의 데이터 그룹(N_n)에서 전송할 필요가 없는 데이터 그룹(Y_n)을 제외한 데이터들로서, 다음 수학적 식 2와 같은 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_n$ 을 구성한다.

수학적 식 2

[0096]
$$\hat{N}_n = N_n - Y_n$$

[0097] 중간 서브 노드(s_n)는, 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_n$ 에 속하는 데이터들 중에서, 중간 서브 노드(s_n)에는 있는 데이터들로서 이웃하는 적어도 두 개의 서브 노드들(s_{n-1}, s_{n+1}) 중 어느 한 서브 노드(s_{n-1} 또는 s_{n+1})에만 있고 다른 서브 노드(s_{n+1} 또는 s_{n-1})에는 없는 적어도 두 개의 데이터들을, 네트워크 코딩 전송에 적합한 데이터들(d_i, d_j)로 선정할 수 있다.

[0098] 좀더 구체적으로, 중간 서브 노드(s_n)는 수학적 식 3에 따라, 네트워크 코딩 전송에 적합한 두 데이터들(d_i, d_j)을 선정할 수 있다.

수학적 식 3

[0099]
$$\begin{aligned} d_i &\in \hat{N}_n \cap \hat{N}_{n+1} \\ d_j &\in \hat{N}_n \cap \hat{N}_{n-1} \end{aligned}$$

[0100] 수학적 식 3에 따르면, n 번째 중간 서브 노드(s_n)의 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_n$ 과 $n+1$ 번째 중간 서브 노드(s_{n+1})의 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_{n+1}$ 에 공통되는 데이터 d_i 가 선정되고, n 번째 중간 서브 노드(s_n)의 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_n$ 과 $n-1$ 번째 중간 서브 노드(s_{n-1})의 전송 대상 데이터 그룹 $\hat{N}_{n-1}$ 에 공통되는 데이터 d_j 가 선정됨을 알 수 있다. 데이터 d_i 는 $n-1$ 번째 중간 서브 노드(s_{n-1})에 없지만 n 번째 중간 서브 노드(s_n)와 $n+1$ 번째 중간 서브 노드(s_{n+1})에는 있는 반면에, 데이터 d_j 는 $n+1$ 번째 중간 서브 노드(s_{n+1})에 없지만 n 번째 중간

서브 노드(s_n)와 $n+1$ 번째 중간 서브 노드(s_{n+1})에는 있다.

[0101]

단계(S26)에서, 중간 서브 노드($s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots$, 또는 s_{N-1})가 선정된 두 데이터들(d_i, d_j)을 네트워크 코딩하여 네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 를 이웃하는 적어도 두 개의 중간 서브 노드들($s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots$, 또는 s_{N-1}) 또는 이웃하는 중간 서브 노드(s_3 , 또는 s_{N-2})와 이웃하는 말단 서브 노드(s_1 또는 s_N)에 전송한다.

[0102]

구체적으로, 중간 서브 노드($s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots$, 또는 s_{N-1})는 다음 수학식 4와 같이 선정된 두 데이터들(d_i, d_j)을 네트워크 코딩할 수 있다.

수학식 4

[0103]

$$\hat{d} = d_i \oplus d_j$$

[0104]

네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 는 각각 중간 서브 노드(s_n)에서 이웃하는 두 중간 서브 노드들(s_{n+1}, s_{n-1})로 각각 전송된다.

[0105]

이때, $\oplus$ 연산자는 GF(갈로와 필드, Galois Field) 내에서 정의되는 합산 연산이다.

[0106]

단계(S27)에서, 중간 서브 노드($s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots$, 또는 s_{N-1})가 네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 를 수신하고, 수신된 네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 를 미리 보유한 데이터(d_j 또는 d_i)로써 디코딩한다.

[0107]

도 3의 예에서, 중간 서브 노드(s_n)로부터 네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 를 수신한 $n-1$ 번째 중간 서브 노드(s_{n-1})는 보유 중인 데이터 d_j 를 기초로 다음 수학식 5와 같이 데이터 d_i 를 획득한다.

수학식 5

[0108]

$$d_i = \hat{d} \oplus d_j, \quad \text{where } d_j \in N_{n-1}$$

[0109]

복호화된 데이터 d_i 는 $n-1$ 번째 중간 서브 노드(s_{n-1})가 확보한 데이터 그룹(N_{n-1})의 새로운 원소가 된다.

[0110]

마찬가지로 중간 서브 노드(s_n)로부터 네트워크 코딩된 데이터 $\hat{d}$ 를 수신한 $n+1$ 번째 중간 서브 노드(s_{n+1})는 보유 중인 데이터 d_i 를 기초로 다음 수학식 6과 같이 데이터 d_j 를 획득한다.

수학식 6

[0111]

$$d_j = \hat{d} \oplus d_i, \quad \text{where } d_i \in N_{n+1}$$

[0112]

복호화된 데이터 d_j 는 $n+1$ 번째 중간 서브 노드(s_{n+1})가 확보한 데이터 그룹(N_{n+1})의 새로운 원소가 된다.

[0113]

앞서 단계(S25)에서 네트워크 코딩 전송에 적합한 두 데이터들(d_i, d_j)이 선정되지 않으면, 단계(S28)에서, 중간 서브 노드($s_2, \dots, s_{n-1}, s_n, s_{n+1}, \dots$, 또는 s_{N-1})가 전송 경로 상의 이웃하는 이전 서브 노드에서 이웃하는 다음 서브 노드로 데이터를 중계할 수 있다.

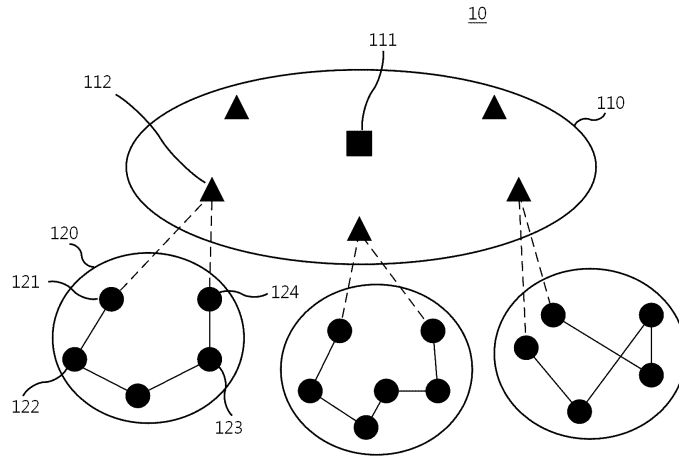
- [0114] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법에 따른 전송 횟수와 통상적인 전송 방식에 따른 전송 횟수를 비교한 그래프이다.
- [0115] 도 4를 참조하면, 서버 노드들의 수가 N 이고 네트워크 관리 데이터의 크기(예를 들어 패킷 개수)가 L 일 때, 어 사이클릭 그래프 조건을 만족하는 전송 경로를 따라 각 서버 노드들이 단순히 중계를 할 경우("No Coding"으로 표시)에 필요한 전송 횟수와 본 발명의 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법을 통해 전송 경로를 따라 네트워크 코딩을 이용하여 각 서버 노드들이 전송할 경우("Network Coding"으로 표시)에 필요한 전송 횟수가 비교되어 있다.
- [0116] 패킷의 수가 적은 경우($L=3$)에는 두 방식의 각각에서 전송 횟수의 차이는 거의 나지 않는다.
- [0117] 패킷의 수가 늘어나면($L=10$), 본 발명의 네트워크 코딩을 이용한 네트워크 관리 데이터 전파 방법에서 전송 횟수는 단순 중계 방식에 비해 약 10 ~ 15 %포인트 정도 줄어든다.
- [0118] 패킷의 수가 더 늘어나면($L=20$), 본 발명의 네트워크 코딩을 이용한 네트워크 관리 데이터 전파 방법에서 전송 횟수는 단순 중계 방식에 비해 약 20 ~ 30 %포인트 정도 줄어든다.
- [0119] 센서 네트워크를 구성하는 센서 노드 장치의 펌웨어나 보안 데이터가 수 MB 정도의 크기라고 하였을 때에, 한 패킷의 크기가 8 kb라 가정하면 패킷의 수는 쉽게 수백 개에서 수천 개까지 될 수 있으며, 따라서 본 발명의 네트워크 코딩을 이용한 저전력 사물 인터넷 네트워크 관리를 위한 네트워크 관리 데이터 전파 방법은 단순 중계 방식에 비해 전송 횟수를 상당히 줄일 수 있음을 예상할 수 있다.
- [0120] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형예와 구체적인 실시예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.
- [0121] 또한, 본 발명에 따른 장치는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드로서 구현하는 것이 가능하다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽힐 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 기록매체의 예로는 ROM, RAM, 광학 디스크, 자기 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크, 비휘발성 메모리 등을 포함한다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수 있다.

부호의 설명

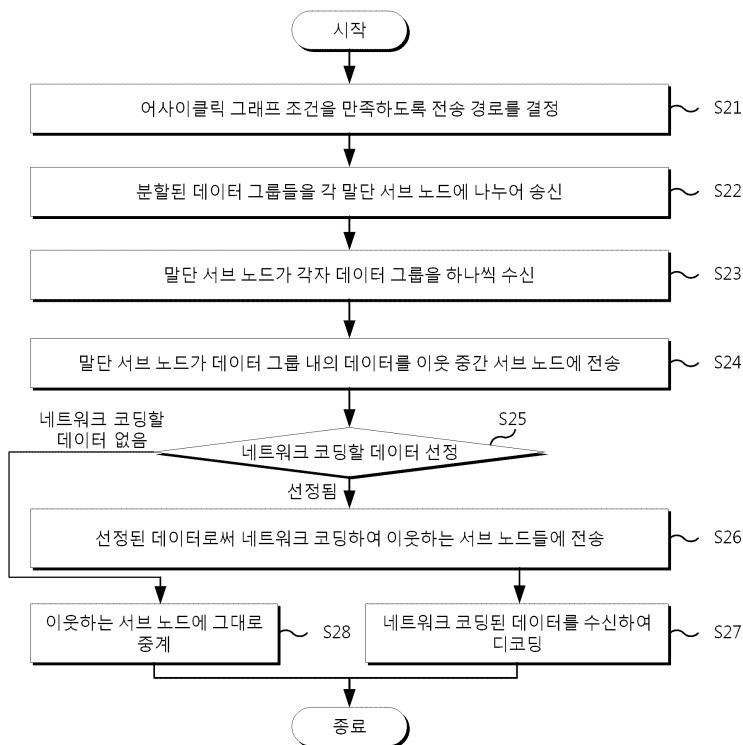
- [0122] 10 사물 인터넷 네트워크 계층 구조
- 110 상위 계층 네트워크
- 111 센트럴 허브
- 112 메인 노드
- 120 하위 계층 네트워크
- 121, 122, 123, 124 사물 인터넷 서버 노드 장치들

도면

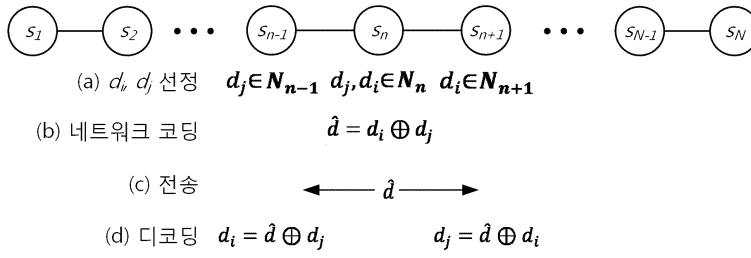
도면1



도면2



도면3



도면4

