(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0089248
(43) 공개일자 2014년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 24/02 (2009.01) *H04W 84/18* (2009.01)
(21) 출원번호 10-2013-0001279
(22) 출원일자 2013년01월04일
심사청구일자 2013년01월04일

(71) 출원인
한국기술교육대학교 산학협력단
충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)
(72) 발명자
한연희
대전광역시 서구 청사서로 65,105-602 (월평동,한아름아파트)
김찬명
충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1638,102동 114호 (신한아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김민태

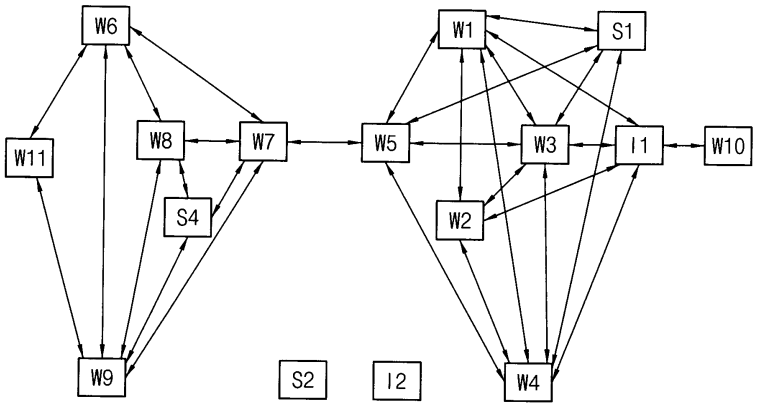
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **모바일 장치, 이를 이용하는 네트워킹 방법 및 이를 포함하는 네트워크 시스템**

(57) 요 약

모바일 장치는 Expanded Ego Network 판단부 및 Betweenness 계산부를 포함한다. Expanded Ego Network 판단부는 Ego, Ego로부터 한 단계 이웃한 1-HOP 노드 및 Ego로부터 두 단계 이웃한 2-HOP 노드를 포함하는 Expanded Ego Network를 형성한다. Betweenness 계산부는 Expanded Ego 네트워크를 이용하여 Betweenness를 계산한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

김용환

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1638, 103동 115호 (신한아파트)

강인석

충청남도 천안시 동남구 병천면 충절로 1638, 103동 301호 (신한아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

Ego, 상기 Ego로부터 한 단계 이웃한 1-HOP 노드 및 상기 Ego로부터 두 단계 이웃한 2-HOP 노드를 포함하는 Expanded Ego Network를 형성하는 Expanded Ego Network 판단부; 및

상기 Expanded Ego 네트워크를 이용하여 Betweenness를 계산하는 Betweenness 계산부를 포함하는 모바일 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 1-HOP 노드를 판단하는 1-HOP 판단부; 및

상기 1-HOP 노드로부터 한 단계 이웃한 노드의 정보를 수신하는 송수신부를 더 포함하는 모바일 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 Betweenness 계산부는

상기 1-HOP 노드 간의 제1 Betweenness 팩터, 상기 1-HOP 노드와 상기 2-HOP 노드 간의 제2 Betweenness 팩터 및 상기 2-HOP 노드 간의 제3 Betweenness 팩터를 이용하여 상기 Betweenness를 계산하는 것을 특징으로 하는 모바일 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제1 Betweenness 팩터는

상기 Expanded Ego Network 내의 모든 노드 간의 인접 행렬이 A일 때,

$$A'^2 = \begin{cases} A'^2{}_{ij} = 0 & if \;\; A_{ij} \neq 0 \\ A'^2{}_{ij} = A^2{}_{ij} & if\ otherwise \end{cases}$$

행렬을 이용하여 계산되는 것을 특징으로 하는 모바일 장치.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제2 Betweenness 팩터는

상기 Expanded Ego Network 내의 모든 노드 간의 인접 행렬이 A일 때,

$$A'^3 = \begin{cases} A'^3{}_{ij} = 0 & if\ A_{ij} \neq 0 \,||\, A^2{}_{ij} \neq 0 \\ A'^3{}_{ij} = A^3{}_{ij} & if\ otherwise \end{cases}$$

행렬을 이용하여 계산되는 것을 특징으로 하는 모바일 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 제3 Betweenness 팩터는

상기 Expanded Ego Network 내의 모든 노드 간의 인접 행렬이 A일 때,

$$A'^4 = \begin{cases} A'^4{}_{ij} = 0 & if\ A_{ij} \neq 0 \,||\, A^2{}_{ij} \neq 0 || \, A^3{}_{ij} \neq 0 \\ A'^4{}_{ij} = A^4{}_{ij} & if\ otherwise \end{cases}$$

행렬을 이용하여 계산되는 것을 특징으로 하는 모바일 장치.

청구항 7

Ego, 상기 Ego로부터 한 단계 이웃한 1-HOP 노드 및 상기 Ego로부터 두 단계 이웃한 2-HOP 노드를 포함하는

Expanded Ego Network를 형성하는 단계; 및

상기 Expanded Ego 네트워크를 이용하여 Betweenness를 계산하는 단계를 포함하는 네트워킹 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 Expanded Ego Network를 형성하는 단계는

상기 1-HOP 노드를 판단하는 단계; 및

상기 1-HOP 노드로부터 한 단계 이웃한 노드의 정보를 수신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 네트워킹 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 Betweenness를 계산하는 단계는

상기 1-HOP 노드 간의 제1 Betweenness 팩터, 상기 1-HOP 노드와 상기 2-HOP 노드 간의 제2 Betweenness 팩터 및 상기 2-HOP 노드 간의 제3 Betweenness 팩터를 이용하는 것을 특징으로 하는 네트워킹 방법.

청구항 10

Ego, 상기 Ego로부터 한 단계 이웃한 1-HOP 노드 및 상기 Ego로부터 두 단계 이웃한 2-HOP 노드를 포함하는 제1 Expanded Ego Network를 형성하는 Expanded Ego Network 판단부 및 상기 제1 Expanded Ego 네트워크를 이용하여 제1 Betweenness를 계산하는 Betweenness 계산부를 포함하는 제1 모바일 장치; 및

상기 제1 모바일 장치와 통신하며, 상기 제1 모바일 장치와 독립적으로 제2 Expanded Ego Network를 형성하고, 독립적으로 제2 Betweenness를 계산하는 제2 모바일 장치를 포함하는 네트워크 시스템.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 모바일 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 매개 중심성(BETWEENNESS)을 판단할 수 있는 모바일 장치, 이를 이용하는 네트워킹 방법 및 이를 포함하는 네트워크 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 소셜 네트워크와 관련하여 많은 연구가 진행되고 있다. 그 중에서도 특정 그룹 내에서 개인 혹은 집단의 중요성을 정의하고 판별하는 연구는 소셜 네트워크의 핵심이라고 할 수 있다.

[0003] 특정 그룹 내에서 개인 혹은 집단의 중요성을 측정하는 주요 척도로는 매개 중심성(BETWEENNESS)이 있다. 하지만 점차 많은 개인 혹은 집단이 출현하고 수많은 관계를 맺음에 따라 이들의 중요성을 측정하고 활용하는 일이 쉽지 않으며 측정 가능하다 하더라도 지나치게 많은 오버 헤드가 발생하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 Betweenness를 상대적으로 쉽게 판단할 수 있는 모바일 장치를 제공하는 것이다.

[0005] 본 발명의 다른 목적은 상기 모바일 장치를 이용하는 네트워킹 방법을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 모바일 장치를 포함하는 네트워크 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 장치는 Expanded Ego Network 판단부 및 Betweenness 계산부를 포함한다. 상기 Expanded Ego Network 판단부는 Ego, 상기 Ego로부터 한 단계 이웃한 1-

HOP 노드 및 상기 Ego로부터 두 단계 이웃한 2-HOP 노드를 포함하는 Expanded Ego Network를 형성한다. 상기 Betweenness 계산부는 상기 Expanded Ego 네트워크를 이용하여 Betweenness를 계산한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 모바일 장치는 상기 1-HOP 노드를 판단하는 1-HOP 판단부 및 상기 1-HOP 노드로부터 한 단계 이웃한 노드의 정보를 수신하는 송수신부를 더 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 Betweenness 계산부는 상기 1-HOP 노드 간의 제1 Betweenness 팩터, 상기 1-HOP 노드와 상기 2-HOP 노드 간의 제2 Betweenness 팩터 및 상기 2-HOP 노드 간의 제3 Betweenness 팩터를 이용하여 상기 Betweenness를 계산할 수 있다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제1 Betweenness 팩터는 상기 Expanded Ego Network 내의 모든 노드 간의 인접 행렬이 A일 때, $A'^2 = \begin{cases} A'^2{}_{ij} = 0 & if \;\; A_{ij} \neq 0 \\ A'^2{}_{ij} = A^2{}_{ij} & if\ otherwise \end{cases}$ 행렬을 이용하여 계산될 수 있다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제2 Betweenness 팩터는 상기 Expanded Ego Network 내의 모든 노드 간의 인접 행렬이 A일 때, $A'^3 = \begin{cases} A'^3{}_{ij} = 0 & if\ A_{ij} \neq 0 \,||\, A^2{}_{ij} \neq 0 \\ A'^3{}_{ij} = A^3{}_{ij} & if\ otherwise \end{cases}$ 행렬을 이용하여 계산될 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 제3 Betweenness 팩터는 상기 Expanded Ego Network 내의 모든 노드 간의 인접 행렬이 A일 때, $A'^4 = \begin{cases} A'^4{}_{ij} = 0 & if\ A_{ij} \neq 0 \,||\, A^2{}_{ij} \neq 0 || \, A^3{}_{ij} \neq 0 \\ A'^4{}_{ij} = A^4{}_{ij} & if\ otherwise \end{cases}$ 행렬을 이용하여 계산될 수 있다.

[0013] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 네트워킹 방법은 Ego, 상기 Ego로부터 한 단계 이웃한 1-HOP 노드 및 상기 Ego로부터 두 단계 이웃한 2-HOP 노드를 포함하는 Expanded Ego Network를 형성하는 단계 및 상기 Expanded Ego 네트워크를 이용하여 Betweenness를 계산하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 Expanded Ego Network를 형성하는 단계는 상기 1-HOP 노드를 판단하는 단계 및 상기 1-HOP 노드로부터 한 단계 이웃한 노드의 정보를 수신하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에서, 상기 Betweenness를 계산하는 단계는 상기 1-HOP 노드 간의 제1 Betweenness 팩터, 상기 1-HOP 노드와 상기 2-HOP 노드 간의 제2 Betweenness 팩터 및 상기 2-HOP 노드 간의 제3 Betweenness 팩터를 이용할 수 있다.

[0016] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 네트워크 시스템은 제1 모바일 장치 및 제2 모바일 장치를 포함한다. 상기 제1 모바일 장치는 Expanded Ego Network 판단부 및 Betweenness 계산부를 포함한다. 상기 Expanded Ego Network 판단부는 Ego, 상기 Ego로부터 한 단계 이웃한 1-HOP 노드 및 상기 Ego로부터 두 단계 이웃한 2-HOP 노드를 포함하는 제1 Expanded Ego Network를 형성한다. 상기 Betweenness 계산부는 상기 제1 Expanded Ego 네트워크를 이용하여 제1 Betweenness를 계산한다. 상기 제2 모바일 장치는 상기 제1 모바일 장치와 통신한다. 상기 제2 모바일 장치는 상기 제1 모바일 장치와 독립적으로 제2 Expanded Ego Network를 형성한다. 상기 제2 모바일 장치는 상기 제1 모바일 장치와 독립적으로 제2 Betweenness를 계산한다.

발명의 효과

[0017] 상기와 같은 본 발명의 실시예에 따른 모바일 장치, 네트워킹 방법 및 네트워크 시스템은 1-HOP 노드 및 2-HOP 노드를 포함하는 Expanded Ego Network를 이용하여 Betweenness를 쉽게 얻을 수 있다. 따라서, 네트워크 내에서의 모바일 장치의 중요성을 쉽게 판단할 수 있다. 또한, Betweenness를 얻기 위한 오버헤드를 감소시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 2는 도 1의 W5 노드의 Expanded Ego Network를 나타내는 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 시스템을 나타내는 블록도이다.

도 4는 도 3의 네트워크 시스템에서 W1 노드의 인접 행렬(Adjacency Matrix)을 나타내는 개념도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 장치를 나타내는 블록도이다.

도 6은 도 5의 모바일 장치에 의해 계산된 Betweenness의 정확도를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 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.

[0020] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 구성요소에 대해 사용하였다.

[0021] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0022] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0023] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0025] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 도면 상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 시스템을 나타내는 블록도이다.

[0027] 도 1을 참조하면, 네트워크 시스템은 복수의 노드를 포함한다. 예를 들어, 상기 네트워크 시스템은 유무선 통신 시스템일 수 있다. 상기 노드는 모바일 장치일 수 있다.

[0028] 상기 네트워크 시스템은 W1 노드, W2 노드, W3 노드, W4 노드, W5 노드, W6 노드, W7 노드, W8 노드, W9 노드, W10 노드, W11 노드, I1 노드, I2 노드, S1 노드, S2 노드 및 S4 노드를 포함한다.

[0029] 상기 네트워크 시스템 내의 노드들은 서로 연결 관계를 가질 수도 있고, 서로 연결 관계를 갖지 않을 수도 있다. 하나의 노드는 복수의 노드들과 연결 관계를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 W10 노드는 상기 I1 노드 하나와 연결 관계를 갖는다. 반면, 상기 W1 노드는 복수의 상기 W2 노드, 상기 W3 노드, 상기 W5 노드, 상기 S1 노드와 연결 관계를 갖는다. 또한, 상기 I2 노드는 아무 노드와도 연결 관계를 갖지 않는다. 도시하지

않았으나, 상기 노드 간의 연결 관계는 시간에 따라 변화할 수 있다.

[0030] 상기 네트워크 시스템에서는 Ego, 1-Hop 노드, 2-Hop 노드, 3-Hop 노드 등이 정의된다. 상기 Ego는 자기 자신을 의미한다. 1-Hop 노드는 상기 Ego로부터 한 단계 이웃한 노드를 의미한다. 상기 2-Hop 노드는 상기 Ego로부터 두 단계 이웃한 노드를 의미한다. 상기 3-Hop 노드는 상기 Ego로부터 세 단계 이웃한 노드를 의미한다.

[0031] 예를 들어, 상기 W7 노드가 Ego일 때, 상기 W7 노드로부터 한 단계 이웃한 상기 W5 노드, 상기 W6 노드, 상기 W8 노드, 상기 W9 노드, 상기 S4 노드는 1-Hop 노드에 해당한다. 상기 W7 노드가 Ego일 때, 상기 W7 노드로부터 두 단계 이웃한 상기 W1 노드, 상기 W3 노드, 상기 W4 노드, 상기 W11 노드는 2-Hop 노드에 해당한다.

[0032] 상기 W6 노드는 상기 W7 노드로부터 직접 이웃하므로 상기 W7 노드의 1-Hop 노드에 해당하는 반면, 상기 W7 노드로부터 상기 W8 노드를 거쳐 두 단계 이웃하므로 W7 노드의 2-Hop 노드라고도 할 수 있다. 그러나, 본 실시예에서는 상기 W6 노드는 Ego와의 최단 거리를 기준으로 상기 W7 노드는 1-Hop 노드인 것으로 정의한다.

[0033] 도 2는 도 1의 W5 노드의 Expanded Ego Network를 나타내는 블록도이다.

[0034] 도 1 및 도 2를 참조하면, Expanded Ego Network는 Ego, 1-Hop 노드 및 2-Hop 노드를 포함한다.

[0035] 상기 W5 노드의 Expanded Ego Network는 Ego인 상기 W5 노드, 상기 W5 노드로부터 한 단계 이웃한 1-Hop 노드인 상기 W1 노드, 상기 W3 노드, 상기 W4 노드, 상기 W7 노드 및 상기 S1 노드 및 상기 W5 노드로부터 두 단계 이웃한 2-Hop 노드인 상기 W2 노드, 상기 W6 노드, 상기 W8 노드, 상기 W9 노드, 상기 I1 노드 및 상기 S4 노드를 포함한다.

[0036] 도 1에서, 상기 W5 노드로부터 3 단계 이웃하여 3-Hop 노드에 해당하는 상기 W11 노드 및 상기 W10 노드는 상기 W5 노드의 Expanded Ego Network에 포함되지 않는다. 또한, 상기 W5 노드와 연결되지 않은 상기 S2 노드 및 상기 I2 노드는 상기 W5 노드의 Expanded Ego Network에 포함되지 않는다.

[0037] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 네트워크 시스템을 나타내는 블록도이다. 도 4는 도 3의 네트워크 시스템에서 W1 노드의 인접 행렬(Adjacency Matrix)을 나타내는 개념도이다.

[0038] 도 3의 네트워크 시스템을 참조하여 본 발명에 따른 Betweenness를 계산하는 방법을 상세히 설명한다.

[0039] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 네트워크 시스템은 7개의 노드들(W1 내지 W7)을 포함한다. 본 네트워크 시스템에서 W1 노드를 ego로 가정한다. W2 노드, W3 노드, W4 노드 및 W5 노드는 상기 W1 노드의 1-Hop 노드에 해당한다. W6 노드 및 W7 노드는 상기 W1 노드의 2-Hop 노드에 해당한다.

[0040] 상기 도 4는 본 네트워크 시스템의 인접 행렬을 나타낸다. 인접 행렬이란 각 노드들 간의 연결 상태를 행렬과 같은 형태로 나타낸 것을 의미한다. 노드의 개수가 n개일 때 인접 행렬은 n×n의 정사각 행렬 형태를 띤다. i행, j열의 값이 1이면 i와 j에 해당하는 노드가 인접해 있는 것이고, 그 값이 0이면 인접하지 않은 것을 의미한다. 인접 행렬에서 i=j인 경우에, Aij=0으로 표시한다.

[0041] 상기 인접 행렬(A)에서 Aij는 i 노드와 j 노드가 인접하는지 여부에 의해 결정되고, Aji는 j 노드가 i 노드와 인접하는지 여부에 의해 결정된다. 따라서, Aij=Aji이다. 즉, 상기 인접 행렬(A)은 대각 방향으로 서로 대칭인 형태를 갖는다.

[0042] 상기 인접 행렬(A)은 4개의 영역으로 나뉜다. 상기 인접 행렬(A)의 제1 영역(Z1)은 1-Hop 노드 간의 관계를 나타낸다. 상기 인접 행렬(A)의 제2 및 제3 영역(Z2, Z3)은 1-Hop 노드 및 2-Hop 노드 간의 관계를 나타낸다. 상기 인접 행렬(A)의 제4 영역(Z4)은 2-Hop 노드 간의 관계를 나타낸다.

[0043] 도 3의 네트워크 시스템에 대한 상기 인접 행렬(A)에서 A11의 경우, i=j이므로 0이다. A12의 경우, 상기 W1 노드 및 상기 W2 노드는 서로 인접하므로, 1이다. A13의 경우, 상기 W1 노드 및 상기 W3 노드는 서로 인접하므로, 1이다. A14의 경우, 상기 W1 노드 및 상기 W4 노드는 서로 인접하므로, 1이다. A15의 경우, 상기 W1 노드 및 상기 W5 노드는 서로 인접하므로, 1이다. A16의 경우, 상기 W1 노드 및 상기 W6 노드는 서로 인접하지 않으므로, 0이다. A17의 경우, 상기 W1 노드 및 상기 W7 노드는 서로 인접하지 않으므로, 0이다. 이와 같은 방식으로 상기 인접 행렬(A)을 완성할 수 있다.

[0044] 도 3의 네트워크 시스템의 인접 행렬 A는 아래의 수식 1과 같다.

[0045] [수식 1]

$$A=\begin{bmatrix}0&1&1&1&1&0&0\\1&0&1&0&0&0&1\\1&1&0&1&0&0&0\\1&0&1&0&0&1&0\\1&0&0&0&0&1&0\\0&0&0&1&1&0&0\\0&1&0&0&0&0&0\end{bmatrix}$$

[0046]

[0047] 본 발명의 Betweenness를 계산하는 방법은 상기 1-HOP 노드 간의 제1 Betweenness 팩터, 상기 1-HOP 노드와 상기 2-HOP 노드 간의 제2 Betweenness 팩터 및 상기 2-HOP 노드 간의 제3 Betweenness 팩터를 이용한다.

[0048] 상기 제1 Betweenness 팩터는 상기 인접 행렬(A)의 상기 제1 영역(Z1)의 값을 이용하여 얻을 수 있다. 상기 제2 Betweenness 팩터는 상기 인접 행렬(A)의 상기 제2 및 제3 영역(Z2, Z3)의 값을 이용하여 얻을 수 있다. 상기 제3 Betweenness 팩터는 상기 인접 행렬(A)의 상기 제4 영역(Z4)의 값을 이용하여 얻을 수 있다. 상기한 바와 같이, 상기 인접 행렬(A)은 대각 방향으로 대칭인 값을 가지므로, 상기 제1 영역(Z1)에서 우측 상부의 값만을 고려하여도 된다. 또한, 상기 제2 및 제3 영역(Z2, Z3) 중 제2 영역(Z2)만 고려하여도 된다. 또한, 상기 제4 영역(Z4)에서 우측 상부의 값만을 고려하여도 된다.

[0049] 본 실시예에 따른 상기 1-Hop 노드 간의 제1 Betweenness 팩터를 계산하는 방법은 아래와 같다.

[0050] 상기 제1 Betweenness 팩터를 계산하기 위해서는 우선 상기 인접 행렬(A)의 제곱 행렬 A^2을 계산한다. 인접 행렬(A)의 제곱 행렬(A^2)의 값은 i와 j 사이를 2번 만에 갈 수 있는 경로의 개수를 의미한다. 인접 행렬(A)의 제곱 행렬(A^2)은 아래 수식 2와 같다.

[0051] [수식 2]

$$A^2=\begin{bmatrix}4&1&2&1&0&2&1\\1&3&1&2&1&0&0\\2&1&3&1&1&1&1\\1&2&1&3&2&0&0\\0&1&1&2&2&0&0\\2&0&1&0&0&2&0\\1&0&1&0&0&0&1\end{bmatrix}$$

[0052]

[0053] 그 다음엔 상기 인접 행렬(A)의 제곱 행렬(A^2)을 변환하여 A'^2 행렬을 얻는다.

[0054] A'^2 행렬은 아래 수식 3을 이용하여 얻을 수 있고, 그 결과 A'^2 행렬은 아래 수식 4와 같다.

[0055] [수식 3]

$$A'^2=\begin{cases}A'^2{}_{ij}=0 & if\ \ A_{ij}\neq 0\\ A'^2{}_{ij}=A^2{}_{ij} & if\ otherwise\end{cases}$$

[0056]

[0057] [수식 4]

$$A'^{2} = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 3 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & 0 & 3 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 2 & 2 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0058]

[0059] 수식 3에서, 상기 A'^{2} 행렬은 i와 j가 인접한 경우(Aij≠0)에는 0의 값을 갖고, 그렇지 않은 경우에는 상기 인접 행렬(A)의 제곱 행렬(A^{2})의 값을 갖는다. 즉, 1-Hop 노드와 1-Hop 노드가 직접 연결되는 경우는 Ego를 거쳐 가는 경우에 해당하지 않으므로 배제한다.

[0060] 상기 A'^{2} 행렬은 1-Hop 노드 간의 제1 Betweenness 팩터를 얻기 위한 수식이므로, 도 4의 상기 제1 영역(Z1)만 의미를 갖는다. 따라서, 상기 제2 내지 제4 영역(Z2 내지 Z4)에 대응하는 값들은 의미가 없다. 또한, 상기 A'^{2} 행렬은 대각 방향으로 대칭인 행렬이므로, 우측 상부(i<j)에 위치한 값만을 이용하여 상기 제1 Betweenness 팩터를 계산할 수 있다.

[0061] 상기 조건들에 의해 A'^{2} 행렬을 정리한 A''^{2} 행렬은 아래 수식 5와 같다.

[0062] [수식 5]

$$A''^{2} = \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 & 0 & - & - \\ - & - & 0 & 2 & 1 & - & - \\ - & - & - & 0 & 1 & - & - \\ - & - & - & - & 2 & - & - \\ - & - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - & - \end{bmatrix}$$

[0063]

[0064] A''^{2} 행렬을 이용하여 상기 제1 Betweenness 팩터(f1)를 계산한 수식 6은 아래와 같다.

[0065] [수식 6]

$$f1 = \sum \frac{1}{A''^{2}_{ij}} = \frac{1}{2} + 1 + 1 + \frac{1}{2} = 3$$

[0066]

[0067] 즉, 상기 A''^{2} 행렬의 2행 4열의 2의 역수, 2행 5열의 1의 역수, 3행 5열의 1의 역수, 4행 5열의 2의 역수를 합산하여 상기 제1 Betweenness 팩터(f1)를 얻을 수 있다.

[0068] 본 실시예에 따른 상기 1-Hop 노드 및 2-Hop 노드 간의 제2 Betweenness 팩터를 계산하는 방법은 아래와 같다.

[0069] 상기 제2 Betweenness 팩터를 계산하기 위해서는 우선 상기 인접 행렬(A)의 세 제곱 행렬 A^{3}을 계산한다. 인접 행렬(A)의 세 제곱 행렬(A^{3})의 값은 i와 j 사이를 3번 만에 갈 수 있는 경로의 개수를 의미한다. 인접 행렬(A)의 세 제곱 행렬(A^{3})은 아래 수식 7과 같다.

[0070] [수식 7]

$$A^3 = \begin{bmatrix} 4 & 7 & 6 & 8 & 6 & 1 & 1 \\ 7 & 2 & 6 & 2 & 1 & 3 & 3 \\ 6 & 6 & 4 & 6 & 3 & 2 & 1 \\ 8 & 2 & 6 & 2 & 1 & 5 & 2 \\ 6 & 1 & 3 & 1 & 0 & 4 & 1 \\ 1 & 3 & 2 & 5 & 4 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 1 & 2 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[0071]

[0072] 그 다음엔 상기 인접 행렬(A)의 세 제곱 행렬(A^3)을 변환하여 A'^3 행렬을 얻는다.

[0073] A'^3 행렬은 아래 수식 8을 이용하여 얻을 수 있고, 그 결과 A'^3 행렬은 아래 수식 9와 같다.

[0074] [수식 8]

$$A'^3 = \begin{cases} A'^3{}_{ij} = 0 & if\ A_{ij} \neq 0 \,||\, A^2{}_{ij} \neq 0 \\ A'^3{}_{ij} = A^3{}_{ij} & if\ otherwise \end{cases}$$

[0075]

[0076] [수식 9]

$$A'^3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[0077]

[0078] 수식 8에서, 상기 A'^3 행렬은 i와 j가 인접한 경우(Aij≠0) 및 i와 j가 2번 만에 연결되는 경우(A^2ij≠0)에는 0의 값을 갖고, 그렇지 않은 경우에는 상기 인접 행렬(A)의 세 제곱 행렬(A^3)의 값을 갖는다. 즉, 1-Hop 노드와 2-Hop 노드가 직접 연결되거나, 2번 만에 연결되는 경우는 Ego를 거쳐가는 경우에 해당하지 않으므로 배제한다.

[0079] 상기 A'^3 행렬은 1-Hop 노드와 2-Hop 노드 간의 제2 Betweenness 팩터를 얻기 위한 수식이므로, 도 4의 상기 제2 및 제3 영역(Z2, Z3)만 의미를 갖는다. 따라서, 상기 제1 및 제4 영역(Z1 및 Z4)에 대응하는 값들은 의미가 없다. 또한, 상기 A'^3 행렬은 대각 방향으로 대칭인 행렬이므로, 우측 상부(i<j)에 위치한 상기 제2 영역(Z2)만을 이용하여 상기 제2 Betweenness 팩터를 계산할 수 있다.

[0080] 상기 조건들에 의해 A'^3 행렬을 정리한 A''^3 행렬은 아래 수식 10과 같다.

[0081] [수식 10]

$$A''^3 = \begin{bmatrix} - & - & - & - & - & 0 & 0 \\ - & - & - & - & - & 3 & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 & 0 \\ - & - & - & - & - & 0 & 2 \\ - & - & - & - & - & 0 & 1 \\ - & - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - & - \end{bmatrix}$$

[0082]

[0083] A''^3 행렬을 이용하여 상기 제2 Betweenness 팩터(f2)를 계산한 수식 11은 아래와 같다.

[0084] [수식 11]

$$f2 = \sum \frac{A'^2 1j}{A''^3 ij} = \frac{2}{3} + \frac{1}{2} + 1 = \frac{13}{6}$$

[0085]

[0086] 즉, 상기 A''^3 행렬의 2행 6열의 3, 4행 7열의 2, 5행 7열의 1을 이용하여 상기 제2 Betweenness 팩터(f2)를 얻을 수 있다.

[0087] 본 실시예에 따른 상기 2-Hop 노드 간의 제3 Betweenness 팩터를 계산하는 방법은 아래와 같다.

[0088] 상기 제3 Betweenness 팩터를 계산하기 위해서는 우선 상기 인접 행렬(A)의 네 제곱 행렬 A^4을 계산한다. 인접 행렬(A)의 네 제곱 행렬(A^4)의 값은 i와 j 사이를 4번 만에 갈 수 있는 경로의 개수를 의미한다. 인접 행렬(A)의 네 제곱 행렬(A^4)은 아래 수식 12와 같다.

[0089] [수식 12]

$$A^4 = \begin{bmatrix} 27 & 11 & 19 & 11 & 5 & 14 & 7 \\ 11 & 16 & 11 & 16 & 10 & 3 & 2 \\ 19 & 11 & 18 & 12 & 8 & 9 & 6 \\ 11 & 16 & 12 & 19 & 13 & 3 & 2 \\ 5 & 10 & 8 & 13 & 10 & 1 & 1 \\ 14 & 3 & 9 & 3 & 1 & 9 & 3 \\ 7 & 2 & 6 & 2 & 1 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

[0090]

[0091] 그 다음엔 상기 인접 행렬(A)의 네 제곱 행렬(A^4)을 변환하여 A'^4 행렬을 얻는다.

[0092] A'^4 행렬은 아래 수식 13을 이용하여 얻을 수 있고, 그 결과 A'^4 행렬은 아래 수식 14와 같다.

[0093] [수식 13]

$$A'^4 = \begin{cases} A'^4{}_{ij} = 0 & if\ A_{ij} \neq 0 \,||\, A^2{}_{ij} \neq 0 \,||\, A^3{}_{ij} \neq 0 \\ A'^4{}_{ij} = A^4{}_{ij} & if\ otherwise \end{cases}$$

[0094]

[0095] [수식 14]

$$A'^4 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 \end{bmatrix}$$

[0096]

[0097] 수식 13에서, 상기 A'^4 행렬은 i와 j가 인접한 경우(Aij≠0), i와 j가 2번 만에 연결되는 경우(A^2ij≠0), i와 j가 3번 만에 연결되는 경우(A^3ij≠0)에는 0의 값을 같고, 그렇지 않은 경우에는 상기 인접 행렬(A)의 네 제곱 행렬(A^3)의 값을 갖는다. 즉, 1-Hop 노드와 2-Hop 노드가 직접 연결되거나, 2번 만에 연결되는 경우 및 3번 만에 연결되는 경우는 Ego를 거쳐가는 경우에 해당하지 않으므로 배제한다.

[0098] 상기 A'^4 행렬은 2-Hop 노드 간의 제3 Betweenness 팩터를 얻기 위한 수식이므로, 도 4의 상기 제4 영역(Z4)만 의미를 갖는다. 따라서, 상기 제1 내지 제3 영역(Z1 내지 Z3)에 대응하는 값들은 의미가 없다. 또한, 상기 A'^4

행렬은 대각 방향으로 대칭인 행렬이므로, 우측 상부(i<j)에 위치한 값만을 이용하여 상기 제3 Betweenness 팩터를 계산할 수 있다.

[0099] 상기 조건들에 의해 A'^4 행렬을 정리한 A''^4 행렬은 아래 수식 15와 같다.

[0100] [수식 15]

[0101]
$$A''^4 = \begin{bmatrix} - & - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - & 3 \\ - & - & - & - & - & - & - \end{bmatrix}$$

[0102] A''^4 행렬을 이용하여 상기 제3 Betweenness 팩터(f3)를 계산한 수식 16은 아래와 같다.

[0103] [수식 16]

[0104]
$$f3 = \sum \frac{A'^2 i1 \times A'^2 1j}{A''^4 ij} = \frac{2}{3}$$

[0105] 즉, 상기 A''^4 행렬의 6행 7열의 3을 이용하여 상기 제3 Betweenness 팩터(f3)를 얻을 수 있다.

[0106] 최종적으로 상기 Betweenness는 상기 제1 Betweenness 팩터(f1), 상기 제2 Betweenness 팩터(f2) 및 상기 제3 Betweenness 팩터(f3)를 합산하여 얻을 수 있다. 상기 Betweenness를 계산한 수식은 아래 수식 17과 같다.

[0107] [수식 17]

[0108]
$$Betweenness = f1 + f2 + f3 = \sum \frac{1}{A'^2 ij} + \sum \frac{A'^2 1j}{A''^3 ij} + \sum \frac{A'^2 i1 \times A'^2 1j}{A''^4 ij}$$

[0109] 따라서, 상기 W1 노드의 Betweenness는 $3 + \frac{13}{6} + \frac{35}{6} = 5.83$ 이다.

[0110] 본 실시예에 따르면, 각 모바일 장치는 상기 Ego, 1-Hop 노드, 2-Hop 노드를 포함하는 Expanded Ego Network를 형성하여 상기 Betweenness를 상대적으로 손쉽게 얻을 수 있다. 각 노드의 네트워크 내에서의 노드의 중요성을 판단하여 정보의 전파를 빠르게 하여 네트워크 시스템의 효율을 증가시킬 수 있다. 또한, 네트워크 시스템 내의 모든 노드와의 연결 관계를 고려하여 상기 Betweenness를 계산하는 경우에 비해 Betweenness를 계산하기 위한 오버헤드를 극적으로 감소시킬 수 있다.

[0111] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 모바일 장치를 나타내는 블록도이다.

[0112] 도 3 및 도 5를 참조하면, 상기 모바일 장치는 상기 도 3의 네트워크 시스템 내의 하나의 노드에 대응할 수 있다. 상기 모바일 장치는 송수신부(120), 1-Hop 판단부(140), Expanded Ego Network 판단부(160) 및 Betweenness 계산부(180)를 포함한다.

[0113] 상기 1-Hop 판단부(140)는 상기 Ego로부터 한 단계 이웃한 1-Hop 노드를 판단한다.

[0114] 상기 송수신부(120)는 상기 1-Hop 판단부(140)에서 판단한 상기 1-Hop 노드 정보를 상기 1-Hop 노드들에 전송한다. 또한, 상기 1-Hop 노드들로부터 한 단계 이웃한 노드의 정보를 상기 1-Hop 노드들에게 전송받는다.

[0115] 상기 Expanded Ego Network 판단부(160)는 상기 1-Hop 판단부(140)에서 판단한 1-Hop 노드 정보 및 상기 송수신부(120)에서 수신한 1-Hop 노드들의 1-Hop 노드 정보들(즉, Ego를 기준으로 2-Hop 노드 정보)을 조합하여 Ego, 1-Hop 노드, 2-Hop 노드를 포함하는 Expanded Ego Network를 형성한다.

[0116] 상기 Betweenness 계산부(160)는 상기 Expanded Ego Network를 이용하여 상기 모바일 장치의 Betweenness를 계

산한다. 상기에서 설명한 바와 같이, 상기 Betweenness 계산부(160)는 상기 1-HOP 노드 간의 제1 Betweenness 팩터(f1), 상기 1-HOP 노드와 상기 2-HOP 노드 간의 제2 Betweenness 팩터(f2) 및 상기 2-HOP 노드 간의 제3 Betweenness 팩터(f3)를 이용하여 상기 Betweenness를 계산할 수 있다.

[0117] 도 6은 도 5의 모바일 장치에 의해 계산된 Betweenness의 정확도를 나타내는 그래프이다.

[0118] 도 6에서 Probability(p)는 네트워크 시스템 내의 임의의 2개의 노드 간에 edge가 형성될 확률을 나타낸다. 상기 Probability(p)가 높은 경우, 상기 네트워크 시스템 내에서 노드 간의 연결 관계가 복잡한 것을 의미한다. 상기 Probability(p)가 낮은 경우, 상기 네트워크 시스템 내에서 노드 간의 연결의 수가 적은 것을 의미한다.

[0119] 도 6에서 Correlation은 본 실시예에 의한 Betweenness의 정확도를 의미하는 척도로, 상기 Correlation이 1에 가까울수록, 상기 Expanded Ego Network을 이용한 본 실시예의 Betweenness가 전체 네트워크의 모든 노드를 이용하여 계산한 Betweenness와 일치하는 것을 의미한다.

[0120] 도 6에서 N은 상기 네트워크 시스템 내에 배치되는 노드의 개수를 의미한다.

[0121] 도 6에서 보듯이, 상기 네트워크 시스템 내에서 임의의 두 노드 간의 연결 확률(p)이 0.4 이상인 경우, 본 실시예에 의한 Betweenness는 모든 노드를 이용하여 계산한 Betweenness와 대체로 일치하는 것을 알 수 있다. 따라서, 상기 네트워크 시스템의 특성을 고려하여 본 실시예의 Betweenness를 계산하는 방법을 선택적으로 적용할 수 있으며, 본 실시예의 Betweenness를 계산하는 방법을 이용하여 Betweenness의 계산의 오버헤드를 극적으로 감소시킬 수 있다.

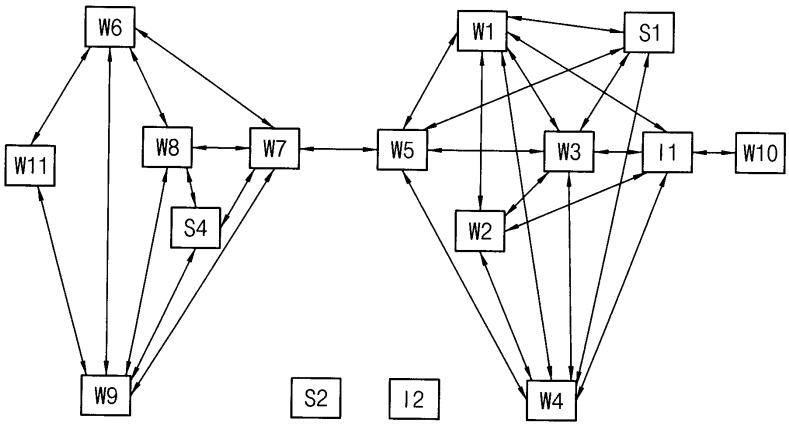
산업상 이용가능성

[0122] 본 발명에 따르면, Ego, 1-Hop 노드, 2-Hop 노드를 포함하는 Expanded Ego Network를 형성하여 Betweenness를 상대적으로 손쉽게 얻을 수 있다. 각 노드의 네트워크 내에서의 노드의 중요성을 판단하여 정보의 전파를 빠르게 하여 네트워크 시스템의 효율을 증가시킬 수 있다. 또한, 네트워크 시스템 내의 모든 노드와의 연결 관계를 고려하여 상기 Betweenness를 계산하는 경우에 비해 Betweenness를 계산하기 위한 오버헤드를 극적으로 감소시킬 수 있다.

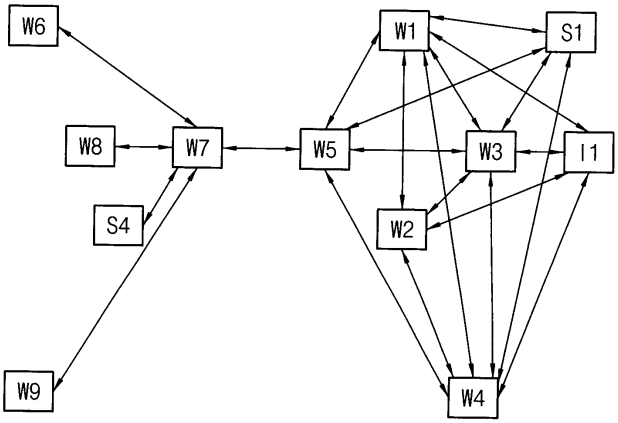
[0123] 상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

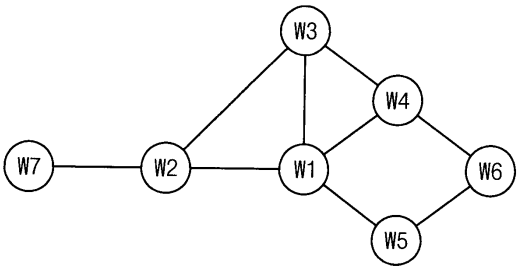
도면1



도면2



도면3

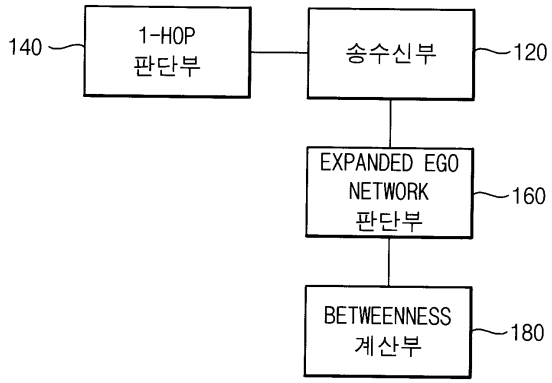


도면4

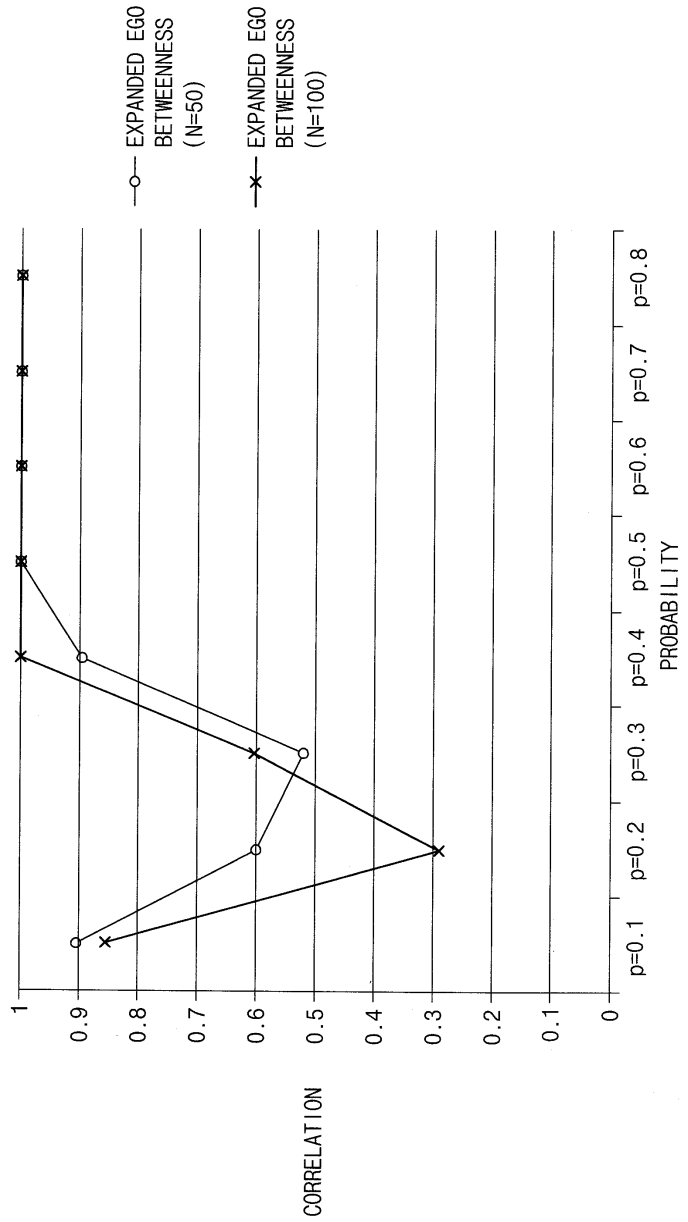
$$A = \left[\begin{array}{ccccc:cc} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} & A_{15} & A_{16} & A_{17} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} & A_{25} & A_{26} & A_{27} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{34} & A_{35} & A_{36} & A_{37} \\ A_{41} & A_{42} & A_{43} & A_{44} & A_{45} & A_{46} & A_{47} \\ A_{51} & A_{52} & A_{53} & A_{54} & A_{55} & A_{56} & A_{57} \\ \hdashline A_{61} & A_{62} & A_{63} & A_{64} & A_{65} & A_{66} & A_{67} \\ A_{71} & A_{72} & A_{73} & A_{74} & A_{75} & A_{76} & A_{77} \end{array}\right]$$

Z1 Z2 Z3 Z4

도면5


140
1-HOP
판단부
송수신부
120
EXPANDED EGO
NETWORK
판단부
160
BETWEENNESS
계산부
180

도면6


EXPANDED EGO
BETWEENNESS
(N=50)
EXPANDED EGO
BETWEENNESS
(N=100)
CORRELATION
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
p=0.1
p=0.2
p=0.3
p=0.4
p=0.5
p=0.6
p=0.7
p=0.8
PROBABILITY