



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월12일  
(11) 등록번호 10-2010180  
(24) 등록일자 2019년08월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06Q 50/26 (2012.01)  
(52) CPC특허분류  
G06Q 50/26 (2013.01)  
G06Q 10/0637 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-0050799  
(22) 출원일자 2018년05월02일  
심사청구일자 2018년05월02일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR101369764 B1\*  
KR101189775 B1\*  
KR1020130001487 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
아불가셈  
서울특별시 광진구 능동로 209  
최수미  
서울특별시 광진구 능동로 209  
(74) 대리인  
양성보

전체 청구항 수 : 총 3 항

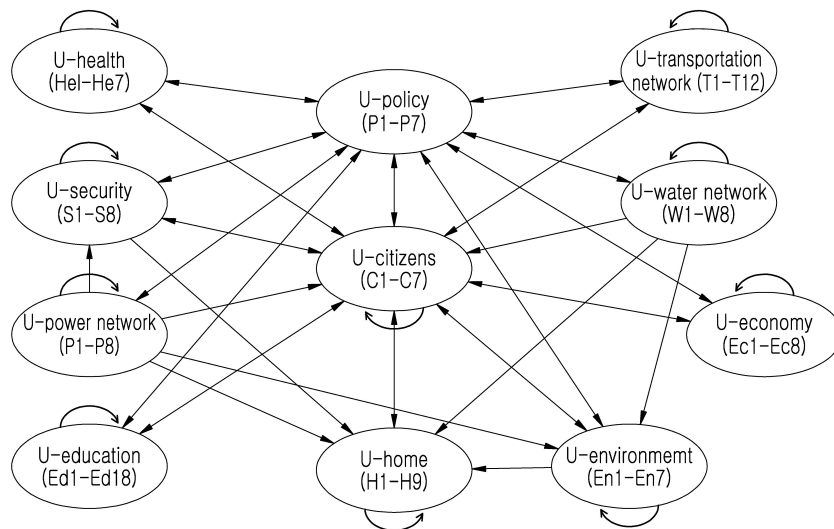
심사관 : 김일환

(54) 발명의 명칭 ANP와 DEMATEL 방법을 사용하는 유비쿼터스 도시 평가를 위한 방법론적인 프레임워크

(57) 요약

유비쿼터스 도시 평가를 위한 방법이 개시된다. 유비쿼터스 도시 평가 방법은 도시를 이루고 있는 구성요소들과 상기 구성요소들을 측정하는 기준들을 결정하는 단계; 및 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 상호 관계 및 중요도에 기초하여 상기 도시의 현재 상태를 나타내는 유비쿼터스 계수(ubiquitous coefficient)를 계산하는 단계를 포함한다.

대표도



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711070409(세부과제번호: 2016-0-00312-003)

부처명 과학기술정보통신부(P71)

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터(ACJ0788)

연구사업명 정보통신기술인력양성(R&D, 정보화)(13508013013145004538302)

연구과제명 모바일 플랫폼 기반 엔터테인먼트 VR 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2018.01.01 ~ 2018.12.31

공지예외적용 : 있음

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

컴퓨터 시스템에서 실행되는 유비쿼터스 도시 평가 방법에 있어서,

상기 컴퓨터 시스템은 메모리에 포함된 컴퓨터 판독가능한 명령들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 유비쿼터스 도시 평가 방법은,

도시를 이루고 있는 구성요소들이 제시되고 상기 구성요소들을 측정하는 기준들이 할당되면, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의해, 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 상호 관계 및 중요도에 기초하여 상기 도시의 현재 상태를 나타내는 유비쿼터스 계수(ubiquitous coefficient)를 계산하는 단계

를 포함하고,

상기 구성요소들에는 상기 도시의 시민(citizen), 정책(policy), 가정(home), 환경(environment), 전력 네트워크(power network), 수도 네트워크(water network), 교통 네트워크(transportation network), 건강(health), 보안(security), 경제(economy), 교육(education)이 포함되고,

상기 계산하는 단계는,

DEMATEL(Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) 방법으로 전문가 그룹에 의해 조사된 상기 구성요소들과 상기 기준들의 관계 쌍을 이용하여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계와 간접 관계를 포함하는 네트워크 관계 맵(network relation map)을 구성하는 단계;

ANP(Analytical Network Process)를 통해 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계와 간접 관계를 고려하여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 관계 비중을 계산하는 단계; 및

상기 계산된 관계 비중을 이용하여 상기 유비쿼터스 계수를 계산하는 단계

를 포함하고,

상기 구성하는 단계는,

상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계를 나타내는 직접 행렬을 생성하는 단계;

상기 직접 행렬 내 동일한 요소와 기준에 대한 평균을 통해 평균 행렬을 계산하는 단계;

상기 평균 행렬을 정규화하여 초기 영향 행렬(influence matrix)를 계산하는 단계;

상기 초기 영향 행렬을 이용하여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계와 간접 관계를 포함하는 완전 영향 행렬(full direct/indirect influence matrix)을 계산하는 단계; 및

상기 완전 영향 행렬에 대해 문턱 값을 설정하여 상기 네트워크 관계 맵으로 변환하는 단계

를 포함하고,

상기 완전 영향 행렬 내 인자 중 상기 문턱값보다 높은 인자가 선택되고 상기 문턱값보다 작은 인자는 제거되는 것

을 특징으로 하는 유비쿼터스 도시 평가 방법.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 계산된 관계 비중을 이용하여 상기 유비쿼터스 계수를 계산하는 단계는,

상기 계산된 관계 비중을 이용하여 수학적 식 1을 통해 상기 유비쿼터스 계수를 계산하는 단계  
를 포함하는 유비쿼터스 도시 평가 방법.

수학적 식 1:

$$UC = ((\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I S_{ij}) / (\sum_{j=1}^J I_j)) \times 100$$

(UC는 유비쿼터스 계수,  $S_{ij}$ 는 구성요소 j에 대한 기준 i의 비중이며, j는 구성요소의 개수이며,  $I_j$ 는 각 구성요소 내 기준들의 개수를 의미한다.)

#### 청구항 8

컴퓨터 시스템으로 구현되는 유비쿼터스 도시 평가 시스템에 있어서,

메모리에 포함된 컴퓨터 판독가능한 명령들을 실행하도록 구성된 적어도 하나의 프로세서  
를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

도시를 이루고 있는 구성요소들이 제시되고 상기 구성요소들을 측정하는 기준들이 할당되면, 상기 구성요소들과  
상기 기준들 간의 상호 관계 및 중요도에 기초하여 상기 도시의 현재 상태를 나타내는 유비쿼터스 계수를 계산  
하는 과정

을 처리하고,

상기 구성요소들에는 상기 도시의 시민(citizen), 정책(policy), 가정(home), 환경(environment), 전력 네트워크(power network), 수도 네트워크(water network), 교통 네트워크(transportation network), 건강(health),  
보안(security), 경제(economy), 교육(education)이 포함되고,

상기 계산하는 과정은,

DEMATEL(Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) 방법으로 전문가 그룹에 의해 조사된 상기 구성요  
소들과 상기 기준들의 관계 쌍을 이용하여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계와 간접 관계를 포함  
하는 네트워크 관계 맵(network relation map)을 구성하는 과정;

ANP(Analytical Network Process)를 통해 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계와 간접 관계를 고려하  
여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 관계 비중을 계산하는 과정; 및

상기 계산된 관계 비중을 이용하여 상기 유비쿼터스 계수를 계산하는 과정

을 포함하고,

상기 구성하는 과정은,

상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계를 나타내는 직접 행렬을 생성하는 과정;  
 상기 직접 행렬 내 동일한 요소와 기준에 대한 평균을 통해 평균 행렬을 계산하는 과정;  
 상기 평균 행렬을 정규화하여 초기 영향 행렬(influence matrix)를 계산하는 과정;  
 상기 초기 영향 행렬을 이용하여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계와 간접 관계를 포함하는 완전 영향 행렬(full direct/indirect influence matrix)을 계산하는 과정; 및  
 상기 완전 영향 행렬에 대해 문턱 값을 설정하여 상기 네트워크 관계 맵으로 변환하는 과정  
 을 포함하고,  
 상기 완전 영향 행렬 내 인자 중 상기 문턱값보다 높은 인자가 선택되고 상기 문턱값보다 작은 인자는 제거되는 것  
 을 특징으로 하는 유비쿼터스 도시 평가 시스템.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 아래의 설명은 유비쿼터스 도시(ubiquitous city)의 상태를 평가하는 기술에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 최근 몇 년간 도시 지역을 향해 많은 사람들이 이주하는 경향이 증가하고 있다. 인구의 60% 이상이 2030년까지 도시 환경에서 살 것이라는 예측이 있다. 세계화, 도시화 및 산업화는 부적절한 공공 교통, 오염, 열악한 지속 가능성, 취약한 보안 및 느린 일자리 발생(slow business generation)과 같은 도시의 인구 과잉 및 이로 인한 문제로 인간 문명을 이끄는 중요한 요인으로서 여겨져 왔고, 이는 시민의 삶의 질을 향상시키는 자원을 위해 도시가 경쟁하도록 요구한다.

[0003] 상기한 문제들은 도시 계획 및 설계 분야에서 혁신적인 해결책 및 복잡한 방법들을 적용하고 개발하는 긴급한 필요성을 제기한다. 도시화에 의해 발생하는 문제들을 다루기 위해 취해지는 방식 중 하나는 컴퓨팅 기술이 모든 물체에 내장됨으로써 거의 보이지 않게 되는 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)을 통해 운영되고 서비스의 품질이 향상되도록 돕는 유비쿼터스 도시(ubiquitous cities, 'U-시티'라 칭함)의 생성으로 나아가는 것이다.

[0004] 유비쿼터스(Ubiquitous)란 임의의 네트워크에 걸친 임의의 장치를 통하여 임의의 시간 및 임의의 장소에서 임의의 데이터 또는 서비스에 대한 접근을 갖는 것을 의미한다. 이것은 실제 세계의 물리적인 오브젝트들을 매끄럽게(seamlessly) 연결하는 다양한 기술들을 포함한다. 그러므로, U-시티는 포괄적으로 시간과 공간을 뛰어넘어 동작하는 도시라고 정의될 수 있다. U-시티에서 컴퓨터와 같은 디지털 장치들은 임의의 사용자들이 수백 개의 상호 연결된 디지털 장치들과 임의의 시간, 임의의 장소에서 연속적으로 상호 작용하는 환경의 구성요소가 될 수 있고, 이에 따라 인간처럼 이용 가능한 정보에 기반하여 결정을 내릴 수 있다. 센서 및 액추에이터는 물리적인 환경(예를 들어, 신호등 및 주차장)에 내장되며, 다양한 개인 장치들(예를 들어, 스마트폰 및 컴퓨터) 및 이러한 모든 개체들은 위치 기반 서비스와 같은 서비스들을 종종 제공하는 디지털 네트워크를 통해 연결된다. U-시티라는 개념은 예를 들어, 도시 기반 시설(municipal infrastructure) 및 도시 설비에 정보 및 통신 기술(information and communication technologies)을 내장함으로써 도시 경제를 증진시킬 수 있으며, 낭비되는 자원 및 시간을 감소시키는 것을 도울 수 있다.

[0005] 스마트 도시라는 개념이 U-시티라는 개념과 다르다는 점은 주목할 가치가 있다. 스마트 도시에서 기존의 도시 서비스들은 전자 서비스에 의해 대체되며, 프로그램 가능한 장치들의 사용이 더 빈번해지지만, U-시티에서는 매우 많은 센서들이 일상 생활 속에 삽입되며, 네트워크 상에서 서로 연결된 스마트 장치들은 임의의 장치를 가진 누구라도 임의의 장소에서, 임의의 시간에 원하는 무엇인가를 할 수 있게 한다. 따라서, 일반적으로, U-시티는 스마트 도시보다 더 진보된 수준에 있으며, 스마트 도시를 건설하는 것은 U-시티의 전 단계이다.

[0006] 그러나, 스마트 도시의 기본적인 구성요소들 및 그들의 상호 관계는 여전히 모호하며 비교를 위해 신뢰할 만한 프레임워크가 없다. 한편, 필요한 기술은 많은 분야에 퍼져 있기는 하지만 통합 및 관계 분석 없이는 효율적일 수 없다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 스마트 도시의 주된 구성요소들 및 그것들의 상호 작용을 결정하는 것을 통하여 도시의 스마트함(smartness) 수준 평가를 위한 동작 프레임워크를 제공하는 것에 목적이 있다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 컴퓨터로 구현되는 유비쿼터스 도시 평가 방법에 있어서, 도시를 이루고 있는 구성요소들과 상기 구성요소들을 측정하는 기준들을 결정하는 단계; 및 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 상호 관계 및 중요도에 기초하여 상기 도시의 현재 상태를 나타내는 유비쿼터스 계수(ubiquitous coefficient)를 계산하는 단계를 포함하는 유비쿼터스 도시 평가 방법을 제공한다.

[0009] 일 측면에 따르면, 상기 구성요소들에는 상기 도시의 시민(citizen), 정책(policy), 가정(home), 환경(environment), 전력 네트워크(power network), 수도 네트워크(water network), 교통 네트워크(transportation network), 건강(health), 보안(security), 경제(economy), 교육(education)이 포함될 수 있다.

[0010] 다른 측면에 따르면, 상기 계산하는 단계는, ANP(Analytical Network Process)와 DEMATEL(Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) 방법을 이용하여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 상호 관계 및 중요도를 분석하는 단계를 포함할 수 있다.

[0011] 또 다른 측면에 따르면, 상기 계산하는 단계는, 전문가 그룹에 의해 조사된 상기 구성요소들과 상기 기준들의 관계 쌍을 이용하여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계와 간접 관계를 포함하는 네트워크 관계 맵(network relation map)을 구성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 또 다른 측면에 따르면, 상기 구성하는 단계는, 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계를 나타내는 직접 행렬을 생성하는 단계; 상기 직접 행렬 내 동일한 요소와 기준에 대한 평균을 통해 평균 행렬을 계산하는 단계; 상기 평균 행렬을 정규화하여 초기 영향 행렬(influence matrix)을 계산하는 단계; 상기 초기 영향 행렬을 이용하여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계와 간접 관계를 포함하는 완전 영향 행렬(full direct/indirect influence matrix)을 계산하는 단계; 및 상기 완전 영향 행렬에 대해 문턱 값을 설정하여 상기 네트워크 관계 맵으로 변환하는 단계를 포함할 수 있다.

[0013] 또 다른 측면에 따르면, 상기 계산하는 단계는, ANP(Analytical Network Process)를 통해 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계와 간접 관계를 고려하여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 관계 비중을 계산하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0014] 또 다른 측면에 따르면, 상기 계산하는 단계는, 상기 계산된 관계 비중을 이용하여 수학적 식 1을 통해 상기 유비쿼터스 계수를 계산하는 단계를 포함할 수 있다. 수학적 식 1:

$$UC = ((\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I S_{ij}) / (\sum_{j=1}^J I_j)) \times 100$$

(UC는 유비쿼터스 계수,  $S_{ij}$ 는 구성요소 j에 대한 기준 i의 비중이며, j는 구성요소의 개수이며,  $I_j$ 는 각 구성요소 내 기준들의 개수를 의미한다.)

[0015] 컴퓨터로 구현되는 유비쿼터스 도시 평가 시스템에 있어서, 컴퓨터에서 판독 가능한 명령을 실행하도록 구현되는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는, 도시를 이루고 있는 구성요소들과 상기 구성요소들을 측정하는 기준들을 결정하는 과정; 및 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 상호 관계 및 중요도에 기초하여 상기 도시의 현재 상태를 나타내는 유비쿼터스 계수를 계산하는 과정을 처리하고, 상기 계산하는 과정은, DEMATEL(Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) 방법으로 전문가 그룹에 의해 조사된 상기 구성요소들과 상기 기준들의 관계 쌍을 이용하여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계와 간접 관계를 분석하는 과정; ANP(Analytical Network Process)를 통해 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 직접 관계와 간접 관계를 고려하여 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 관계 비중을 계산하는 과정; 및 상기 구성요소들과 상기 기준들 간의 관계 비중을 이용하여 상기 유비쿼터스 계수를 계산하는 과정을 포함하는 유비쿼터스 도시 평가 시스템을 제공한다.

### 발명의 효과

[0016] 본 발명의 실시예들에 따르면, 스마트 도시의 주된 구성요소들 및 그것들의 상호 작용을 결정하는 것을 통하여

도시의 스마트함 수준 평가를 위한 동작 프레임워크를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 있어서 도시의 구성요소를 도시한 것이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 있어서 도시의 구성요소 간 상호 관계를 도시한 것이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 있어서 도시의 스마트함을 나타내는 지표의 상대적인 중요도를 도시한 것이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 있어서 서울 및 테헤란에서 각 기준에 대해 얻어진 최종 점수를 비교한 결과 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 있어서 테헤란에 대해 각 기준의 상대적인 중요도를 나타낸 것이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 있어서 도시 평가 시스템의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 블록도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0019] 본 발명은 스마트 도시의 주된 구성요소들 및 그것들의 상호 작용을 결정하는 것을 통하여 도시의 스마트함 수준을 평가하기 위한 동작 프레임워크를 개발하는 것에 목표를 둔다. 이를 위해, 첫째, 스마트 도시의 주된 구성요소들(예를 들어, 시민, 정부, 가정, 환경, 전력 네트워크, 수도 네트워크(water network), 교통 네트워크, 건강, 보안, 경제 및 교육 시스템) 및 이것들을 측정하는 기준이 결정된다; 그리고 나서, 각 구성요소의 상호 작용 및 중요도는 DEMATEL(Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) 방법 및 ANP(Analytical Network Process)를 사용하여 구체화되며, 얻어진 비중에 따라서 도시의 현재 유비쿼티(ubiquity) 상태를 보여주는 유비쿼터스 계수(ubiquitous coefficient, 'U-계수'라 칭함)가 계산된다.

[0020] 도시 컴퓨팅(urban computing)에 대한 중요한 당면 과제 중 하나는 인구, 장치 및 도시 내 불박이 인공물의 밀도 및 거대한 다양성이다. 이러한 다양성 정도를 이용 가능한 스마트 시스템 및 서비스로 취급하는 것은 쉽게 가능하지 않으며, 일상 생활과 이용 가능한 스마트 서비스를 구별할 수 없을 때까지 이용 가능한 스마트 서비스들을 일상 생활 구조로 편입시키기 위하여 유비쿼터스 속성들을 이용 가능한 스마트 서비스에 추가하는 것은 필수적인 것으로 보인다.

[0021] 기존 연구들은 예를 들어, 보안, 교육, 헬스케어 등과 같은 U-환경의 오직 한 가지 측면만을 검토하고 있는 실정이다. 따라서, 본 발명은 도시 평가를 위해 모든 유비쿼터스 요소들을 모아 U-시티의 다양한 측면들을 포함하는 통합된 프레임워크를 만든다.

[0022] 스마트 도시와 관련된 모든 구성요소들의 구현을 위한 동작 벤치마크(operational benchmark)로서의 프레임워크를 제안하기 위하여 스마트 도시의 주된 구성요소들은 이용 가능한 문헌들 및 스마트 문서들을 검토함으로써 결정될 수 있다. 그런 다음, 스마트 구성요소들을 유비쿼티(ubiquity)로 이끌 수 있는 어떤 기준이 정의될 수 있다.

[0023] 본 실시예에서는 GIS(지리 정보 체계)(7개), 정보 기술(5개) 및 도시 관리자(4개)를 포함하는 다양한 분야의 전문가들에 의해 채워진 16가지의 설문지를 사용한다. 전문가는 정의된 기준 간 연관성의 유효도뿐만 아니라 연관성 정도를 비교하도록 질문을 받는다. 그 후, DEMATEL 방법이 후속적으로 발생하는 다기준 의사 결정(multi-criteria decision making, MCDM) 과정을 위한 기준 관계 네트워크를 생성하기 위해 사용된다. 이 방법은 복잡도로 인해 권장 네트워크에 유용할 수 있는 시스템의 유형 및 복잡도 관점에서 시스템의 구성요소들 간의 직접 및 간접 관계를 효과적으로 분석할 수 있다. 다음으로, ANP 방법이 복잡한 시스템의 구성요소들 간의 다양한 상호 관계 정도를 고려하는 능력을 통해 기준 및 구성요소 각각에 비중을 할당하기 위하여 사용된다. 마지막으로, 얻어진 비중에 따라서 도시의 현재 상황을 기반으로 하는 U-계수가 계산되고 퍼지 값(fuzzy values)에 의해 결정된다.

### [0024] 스마트 도시의 개념 및 주된 구성요소

[0025] 스마트 도시는 정보 기술(IT)의 영향과 관련 있는 대부분의 개념들처럼 광범위하게 해석되며, 본질적으로 지식 기반 경제의 개념과 연결될 수 있다. 스마트 도시는 다음과 같은 정의에 따라 지능 특징들을 구비해야 한다는 점으로 귀결될 수 있다. <스마트 도시는 스마트 네트워크 사회 기반을 갖는 도시이고, 스마트 홈(건물)에서 사



는 스마트 시민들로 구성되며, 스마트 홈은 스마트 보안 및 안전 시스템 하에 있는 스마트 환경에 위치하고, 스마트 시민들은 스마트 교육 및 스마트 헬스케어 시스템에서 이익을 얻으며, 특히 스마트 경제 및 스마트 금융 분야의 스마트 정책을 만드는 스마트 공공 경영 및 행정 시스템에 의해 관리된다.>

[0026] 도 1을 참조하면, 스마트 도시는 각자의 부차적인 요소들을 갖는 스마트 시민(smart citizens) 및 스마트 관리(smart governance and admin)를 포함하는 두 가지 기본 요소를 구비해야 한다는 정의로 해석될 수 있다.

[0027] 스마트 도시는 IT 기반 네트워크를 통해 서비스들을 제공하는 도시이다. 이러한 유형의 서비스들이 현재 도시화 문제들(예를 들어, 오염, 열악한 지속 가능성, 취약한 보안 등)을 최소화하기 위해 갖는 이익에도 불구하고, 이용하기에 많은 제약을 갖는다. 달리 말해, 이러한 서비스들의 이용은 위치, 시간, 장치, IT 네트워크의 이용 가능성 등과 같은 제약을 포함한다. 스마트 도시에 대한 이러한 당면 과제들은 유비쿼터스 도시로 향함으로써 해결될 수 있다.

[0028] 구성요소에 대한 기준 확인

[0029] U-시티는 보이지 않는 컴퓨팅을 제공하는 능력을 구비한 스마트하고 문맥-인식이 가능한 장비로 가득하다. U-시티에서 컴퓨터는 환경 요소이며, 모든 서비스는 컴퓨터 중심 대신에 사람 중심이 되어야 한다. 이 방식은 분명 스마트 도시 제약을 극복할 수 있다. 도시의 스마트 구성요소를 유비쿼터스 구성요소로 변환하기 위한 프레임워크를 생성하기 위하여, 도시의 각 구성요소에 대한 중요 유비쿼터스 기준들이 이전 연구 및 이용 가능한 스마트 문서들을 통해 확인되어 왔으며, 이는 표 1과 같다.

표 1

[0030]

Main components	Criteria
U-citizens (C)	The use of sensors for reporting external conditions (C1)
	The use of a unified biometric ID to access public services (C2)
	Being creative and able to suggest climate-friendly actions (C3)
	High participation and involvement in public life and social cohesion (voting, municipalities, etc) (C4)
	Respect privacy rights (C5)
	The use of smartphones for measurements, calculations, interactions (C6)
	The use of different apps for managing and doing work through network software (C7)
U-policy (G)	The holding of electronic elections (E. voting) (G1)
	The implementation of administrative affairs inside and outside organizations under networks (G2)
	The existence of a comprehensive geographic information system including Cadaster (G3)
	The existence of a central data warehouse for storing, retrieving and accessing data (G4)
	The holding of electronic meetings (E. meetings) (G5)
	The existence of a management information system (G6)
	The existence of a public smart urban system to benefit from municipal services (G7)
U-home (H)	The ability to regulate environmental conditions (temperature, humidity, etc) (H1)
	The ability to detect people who are present (H2)
	The ability to detect the type of activity a person is doing (H3)
	The ability to detect unusual conditions and alarms for security (H4)
	The existence of smart devices and appliances (smart phone, smart mailbox, smart TV, smart floor, etc.) (H5)
	The ability to measure energy, gas, and water consumption by household appliances (H6)
	The ability to share internet and entertainment content with other smart appliances and other smart homes (H7)
	The ability to manage tools and equipment inside the house (H8)
	The ability to interact with robots to support basic activities and mobility (H9)



U-environment (En)	The provision of smart waste management and recycling, even at the house level (En1)
	The ability to have alternative energy suppliers, even at the house level (En2)
	The ability to continuously monitor air, water, and noise pollution indicators (En3)
	The existence of an integrated system for managing any type of sewage(En4)
	The ability to control consumption of energy and natural resources (En5)
	The existence of information and communication networks embedded in the environment (En6)
	The ability to develop a co-operative forest network in order to cover forestry, environmental protection, and the timber industry (En7)
U-power network (P)	The ability to remotely detect faults (P1)
	The ability to gather information on decentralized and renewable energy sources (P2)
	The use of high-voltage direct current (HVDC) instead of high-voltage alternating current (P3)
	The ability to reduce electricity use in buildings, and to regulate energy consumption based on cost and time (P4)
	The ability to provide two-way transfer of data between the network and its elements (P5)
	The existence of a real-time control network (P6)
	The existence of an interface for communicating with users and informing them (P7)
	The ability to predict possible power outages and replace other resources to prevent outages (P8)
U-water network (W)	The ability to measure water-quality parameters online (W1)
	The ability to detect pipe bursts and leakage problems (W2)
	The existence of an interface for communicating with users and informing them (W3)
	The use of conventional treatment technologies for water supplies and sewage disposal (W4)
	The ability to analyze the potential impact on the network of an operational event and minimize negative impacts (W5)
	The ability to detect and avoid water shortages (W6)
	The ability to remotely manage customers (W7)
	The ability to improve water quality through a smart water system (W8)
U-transportation (T)	The ability to provide essential transportation information for passengers (T1)
	The ability to sell tickets everywhere (T2)
	The ability to control the timing of stop lights due to traffic conditions (T3)
	The ability to monitor the actual technical status of a vehicle, its operatingconditions, etc (T4)
	The ability to detect routes, intersections, passengers, etc (T5)
	The existence of automatic parking systems (T6)
	The existence of smart toll/parking charge payment (T7)
	The existence of two-way communication between vehicles and infrastructures as well as data exchange (T8)
	The ability to predict traffic flow (T9)
	The ability to provide early warning of disasters (T10)
	The ability to smartly manage events (T11)
	air baggage-tracking service(T12)

U-health (He)	The existence of a comprehensive database about public health (He1)
	The existence of an interaction and communication system for organizations involved in the field of public health (He2)
	The ability to remotely visit and control patients (He3)
	The existence of real-time patient directions during the process of patient care from the patient's arrival at the institution to his/her departure from it (He4)
	The existence of a smart network system for providing information and interacting with users (He5)
	The ability to collect, manage, and control an elderly patient's physiological data (He6)
	The existence of 24-hour emergency service (He7)
U-security (S)	The existence of various access levels for safe use of services (S1)
	The ability to manage emergency services (ambulance, firefighting, etc) so they arrive on site more quickly and safely without causing disruptions to other traffic flows (S2)
	The ability to efficiently admit people to public institutions, local government offices, or even major hotels, and enhance security by limiting and logging the movement of users (S3)
	The existence of a comprehensive information system about community members (S4)
	The ability to handle financial affairs via radio frequency identification (RFID) card (S5)
	The ability to provide authorities with a wide range of information about an RFID card's owner when identified by the civil guard or police (S6)
	The ability to monitor spaces to identify unusual people or objects (S7)
	ammunition management system(S8)
U-economy (Ec)	The ability to provide chances for new, long-term investments in order to fund projects (Ec1)
	The existence of a precise and comprehensive tax system for development (Ec2)
	The existence of appropriate financial rules to support private companies dealing with all types of risk (Ec3)
	The ability to create a participatory environment to provide and pay back entrepreneurship loans (Ec4)
	The ability to concentrate on return of investment in projects (Ec5)
	The ability to rely on the creation of capital through the production and export of products, rather than relying on fuel sales (Ec6)
	The ability to create jobs in accordance with industry needs (Ec7)
	The existence of industry-wide partnerships among high-tech Sectors (Ec8)

U-education (Ed)	The existence of an e-board and a network environment in each classroom for sharing screens between teacher and students (Ed1)
	The ability to remotely control student devices (Ed2)
	The existence of a central server that aids teachers in the course of administration, for content management, and for user management and communications (Ed3)
	The ability to provide remote exchanges between teachers and students (Ed4)
	The existence of a central question bank (Ed5)
	The ability to track individual student progress through information graphs or tables, and to encourage participation by creating customized learning plans based on student comprehension (Ed6)
	The ability to monitor student attendance through smart cards (Ed7)
	The ability to provide group collaboration between students through their smart tablets (Ed8)
	The ability to access online learning sources, such as scientific databases, information kiosks, media libraries, scientific laboratories, etc. everywhere (Ed9)
	The ability to deliver education through different devices, from television sets to iPods to mobile phones to netbooks, beyond schools and into homes (Ed10)
	The ability to provide real-time online testing and analysis (Ed11)
	The ability to easily link learners with mentors from industry (Ed12)
	The ability to share and use the diversity of experience and thought to help solve complex global or regional problems (Ed13)
	The existence of an interface for online relationships between parents and schools (Ed14)
	The existence of research-based learning, instead of education-based learning (Ed15)
	The ability to provide remote and network education (Ed16)
	The ability to save all classroom experiences, such as notes, slides, video, and audio (Ed17)
	The ability to draw up an individual educational program for each student from the set of training elements (Ed18)

[0031] 구성요소 간 상호 작용 결정

[0032] 본 발명에서 중요도에 따른 구성요소 간 상호 작용들은 DEMATEL 및 ANP 방법을 사용하여 구체화될 수 있다.

[0033] (1) DEMATEL

[0034] DEMATEL은 Battelle Memorial Institute에 의해 제안된 방법이며, 인자/기준 간의 상호 관계를 구성하는 데 사용된다. DEMATEL은 시스템 복잡도 및 유형의 관점에서 시스템의 구성요소들 간의 직접 및 간접 관계를 분석할 수 있다. DEMATEL은 본 발명에서 집계 방법(aggregation method)으로 사용되고, 16명의 전문가로부터 얻어진 다양한 생각들은 다음과 같은 단계를 사용하여 하나의 행렬로 집계된다.

[0035] 단계 1: 점수에 따라 초기 평균 행렬을 계산하기.

[0036] 전문가 그룹은 쌍을 이루는 기준들(paired criteria)의 집합들 간의 관계를 조사한다. 각 응답자는 직접 행렬(direct matrix)을 생성하며 평균 행렬(A)은 수학적 1과 같이 응답자들의 다양한 직접 행렬 내 동일한 인자/기준의 평균을 사용하여 유도된다.

[0037] [수학적 1]

[0038]

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

[0039] 여기서,  $a_{ij}$ 는 j에 대한 i의 비교에서 응답자들의 쌍 비교(paired comparisons)의 평균이다.

[0040] 단계 2: 초기 영향 행렬(influence matrix)를 계산하기.

[0041] 초기 영향 행렬인  $X(X=[x_{ij}]_{m \times m})$  는 수학적 2와 같이 평균 행렬(A)을 정규화함으로써 얻어질 수 있다.

[0042] [수학적 2]

[0043] 
$$X = s \times A$$

[0044] 여기서 s는 수학적 3을 통해 계산될 수 있다.

[0045] [수학적 3]

[0046] 
$$s = \min \left[ \frac{1}{\max_i \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_j \sum_{i=1}^n |a_{ij}|} \right]$$

[0047] 단계 3: 완전 직접/간접 영향 행렬(full direct/indirect influence matrix) 유도하기.

[0048] 수학적 4에 따라 총 관계 행렬(total relation matrix)의 원소들이 얻어질 수 있다. 총 관계 행렬(T)은 기준들 간의 직접 및 간접 관계들을 포함하는 모든 관계들로 구성된다.

[0049] [수학적 4]

[0050] 
$$T = X + X^2 + \dots + X^k = X(I - X)^{-1}$$

[0051] 단계 4: 문턱 값을 설정하고 네트워크 관계 맵(network relation map, NRM) 얻기.

[0052] 행렬 T에 기반할 때 행렬 T의 각 인자인  $a_{ij}$ 는 어떻게 인자 i가 인자 j에 영향을 미치는지에 대한 네트워크 정보를 제공한다. 행렬 T의 인자들에 의해 나타나는 사소한 효과를 거르기 위하여 전문가 및 의사 결정자가 문턱 값을 설정하는 것은 인자들의 관계 구조를 분리하기 위해 필수적이다; 달리 말하면, 행렬 T 내 영향 값이 문턱 값보다 높은 인자들만이 선택될 수 있고 NRM으로 변환될 수 있다. 더 중요한 효과를 유지하고 전문가 및 의사 결정자가 더 작은 효과들을 제거하기 위한 도구로서의 문턱 값은 서로에 대한 기준들의 각 쌍의 상호 효과를 평가함으로써 채택될 수 있다. 문턱 값 및 관련 있는 NRM이 결정될 때 NRM은 보여질 수 있다.

[0053] (2) ANP

[0054] AHP(Analytical Hierarchy Process)는 강력하고 탄력적인 다 기준 의사결정 분석 접근법(multi-criteria decision analysis approach)이다. AHP는 의사 결정자가 우선 순위를 설정하고 정성적이며 정량적인 측면 모두가 고려될 때 최대의 대안책을 선택하도록 돕는다. 마찬가지로, ANP는 AHP의 더 일반적인 형태이다. AHP가 의사 결정 레벨에서 단방향 계층 관계를 사용하여 의사 결정 프레임워크를 모델링한다면 ANP는 의사 결정 레벨 및 속성(attributes) 간 더 복잡한 상호 관계를 허용한다.

[0055] ANP는 두 부분의 결합이다. 첫 번째 부분은 피드백 네트워크를 제어하는 기준 및 하위 기준에 대한 제어 계층(또는 네트워크)으로 구성된다. 두 번째 부분은 문제 요인들 및 이러한 요인들에 대한 클러스터로의 논리적 집산화(logical grouping)를 포함하는 영향 네트워크들(networks of influence)로 구성된다. 각 제어 기준(또는 하위 기준)은 피드백 네트워크를 갖는다. 네트워크 내 요인들의 우선순위를 제공하는 제한 영향(limiting influence)의 초행렬(supermatrix)은 각 네트워크에 대해 계산된다. 기준들 간의 피드백 및 상호 의존성은 초행렬을 통해 계산될 수 있다. 기준들 간 관계가 상호 의존적이지 않다면 쌍비교(pairwise comparison)의 값은 0이다. 그러나, 상호 의존성 및 피드백 관계가 기준들 간에 존재한다면, 그 값은 더 이상 0이 아닐 것이며, 비가중(unweighted) 초행렬 M이 얻어질 것이다. 행렬이 행 스토캐스틱(column stochastic)하지 않다면(행의 합이 1), 의사 결정자는 행 스토캐스틱하게 만들고 가중(weighted) 초행렬 W를 얻기 위하여 비중을 제공해야 한다. 제한된 가중 초행렬 W'은 수학적 5에 기반하여 계산될 수 있고, 여기서 k는 행렬 W가 행 스토캐스틱한 행렬로 변환되는 지수이다. 기준들 간의 정확한 관계 비중은 상호 의존적인 관계의 점진적인 수렴을 고려함으로써 얻어질 수 있다.

[0056] [수학적 5]

[0057] 
$$W' = \lim_{k \rightarrow \infty} (W)^k$$

[0058] U-계수 계산

[0059] 도시의 U-계수는 도시 내 각 기준의 상태를 검토하고, 도시 내 각 기준의 비중을 고유의 비중에 곱함으로써 계산될 수 있고, 이는 ANP를 통해 계산된다. 도시 내 기준의 상태는 이진수로 표현되거나 퍼지 값(fuzzy values)과 함께 표현될 수 있다. 이진수 표현에서 기준이 도시 내에서 이용 가능한지가 명확해야 하지만, 이 방법의 보편성 때문에 더 탄력적인 방법이 추천된다. 그러므로, 본 발명에서는 도시 내 각 기준의 상태들은 표 2에서 3가지 숫자로 표현될 수 있다.

표 2

[0060]

Weights assigned to the condition of the indicators			
Condition	If the indicator is available and also pervasive	If the indicator is available but not pervasive yet	If the indicator is not available at all
Weight	1	0.5	0

[0061] 마지막으로, 유비쿼터스 능력의 관점에서 도시 평가를 위해, U-계수(UC)는 방정식 6을 통해 계산될 수 있다:

[0062] [수학식 6]

[0063]

$$UC = ((\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I S_{ij}) / (\sum_{j=1}^J I_j)) \times 100$$

[0064] 여기서 UC는 U-계수며,  $S_{ij}$ 는 구성요소 j에 대한 기준 i의 비중이며, j는 구성요소의 개수이며,  $I_j$ 는 각 구성요소 내 기준들의 개수이다. 각 기준에 대한 최상의 상태를 고려하면, 최대 U-계수는 거의 1이며, 각 기준에 대한 최악의 상태를 고려하면, 최소 U-계수는 0이다.

[0065] 상기한 기준들은 평가 목적을 위해 테헤란 및 서울을 대표적인 예로 하여 검토될 수 있다. 대한민국이 정보 통신 기술 및 디지털 세계에서 스마트 및 유비쿼터스 도시를 생성하기 위한 많은 프로젝트들을 구비한 선도 국가들 중 하나로서 인정되어 왔기 때문에, 대한민국 도시인 서울은 본 발명에서 제안한 프레임워크의 정확성을 평가하기 위한 벤치마크로서 사용될 수 있다. 테헤란(이란) 및 서울(대한민국)의 U-계수가 프레임워크를 통해 계산되고 비교된다. 구성요소 및 기준 간의 상호 작용 때문에, ANP는 가중치 방법(weighting method)으로서 사용된다.

[0066] 각 구성요소와 관련된 유비쿼터스 기준은 이용 가능한 지능 문헌들, 연관 논문들을 사용하고 관련 전문가의 인터뷰를 통해 표 1의 두 번째 행에서 제시된다. 각 구성요소는 다양한 측면에서 검토될 수 있으며, 다양한 기준들은 그것들의 평가를 위해 할당될 수 있다.

[0067] 도 2는 7명의 GIS 전문가, 5명의 IT 엔지니어 및 4명의 도시 관리자를 포함하는 전문가 팀에 의한 ANP 분석을 통해 네트워크 다이어그램으로 확립된 구성요소들 간 상호 관계를 보여준다. 0.04의  $\alpha$ -cut은 초행렬 값에 대한 전문가들의 판단에 평균을 취함으로써 고려되며, 이는 총 영향 행렬(total influence matrix)을 확정하기 위한 ANP 분석을 통해 얻어진다. 기준 간 관계의 복잡도를 감소시키는 것 외에도 가치 있는 데이터 누락을 방지하기 위해  $\alpha$ -cut를 정의하기 위한 노력이 이루어진다. 각 구성요소에 대한 확인된 기준의 개수는 각 구성요소의 기준 간 상호 관계의 이용 가능성을 보여주는 구성요소 이름들 옆에 제시된다.

[0068] 구성요소 간에 이용 가능한 상호 관계에 따라서, 방정식 7에 도시된 바와 같이, 초행렬은 11X11 행렬이어야 하며, 여기서 일부 원소들은 그들 간 관계의 부족을 나타내는 0과 동일하다:

[0069] 구성요소 간에 이용 가능한 상호 관계에 따라서, 수식식 7에 도시된 바와 같이, 초행렬은 11X11 행렬이어야 하며, 여기서 일부 원소들은 그들 간 관계의 부족을 나타내는 0과 동일하다:

[0070] [수학식 7]

C G H En P W T He S Ec Ed

$$SuperMatrix = \begin{matrix} C \\ \vdots \\ Ed \end{matrix} \begin{matrix} C & G & H & En & P & W & T & He & S & Ec & Ed \\ \left[ \begin{array}{cccccccccc} W_{C-C} & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & W_{C-Ed} \\ \vdots & & & & & \ddots & & & & & \vdots \\ W_{Ed-C} & & & & & \dots & & & & & W_{Ed-Ed} \end{array} \right] \end{matrix}$$

[0071]

[0072] 쌍 비교가 전문가에 의해 수행될 때 초행렬이 얻어지며, 구성요소와 그 기준들의 상대적인 중요도는 그들 간의 상호관계를 고려함으로써 확인될 수 있다. 기준들의 정규화된 상대적 중요도 값은 표 3과 같다. 도 3 또한 도시의 스마트함을 나타내는 지표의 상대적인 중요도를 나타내고 있다.

표 3

C	G	H		En	P	W	T		He	S	Ec	Ed		
C1=1.73	G1=1.25	H1=1.67	H8=0.53	En1=1.67	P1=0.34	W1=0.45	T1=3.35	T9=0.60	He1=0.81	S1=1.16	Ec1=0.72	Ed1=5.17	Ed9=0.17	Ed17=0.37
C2=3.38	G2=3.51	H2=0.51	H9=0.22	En2=0.51	P2=0.37	W2=0.41	T2=0.49	T10=0.55	He2=0.52	S2=0.22	Ec2=0.40	Ed2=0.53	Ed10=0.37	Ed18=0.56
C3=1.42	G3=3.30	H3=0.21		En3=0.21	P3=0.66	W3=0.52	T3=0.60	T11=0.44	He3=0.34	S3=0.31	Ec3=0.84	Ed3=0.55	Ed11=0.56	
C4=3.12	G4=2.37	H4=2.46		En4=2.46	P4=0.39	W4=0.50	T4=0.66	T12=0.48	He4=0.48	S4=0.72	Ec4=0.29	Ed4=0.32	Ed12=0.47	
C5=3.95	G5=1.54	H5=0.50		En5=0.50	P5=0.53	W5=0.51	T5=0.59		He5=0.50	S5=0.35	Ec5=0.59	Ed5=0.48	Ed13=0.41	
C6=4.75	G6=2.30	H6=1.33		En6=1.33	P6=0.54	W6=0.39	T6=0.57		He6=0.26	S6=0.50	Ec6=0.26	Ed6=0.31	Ed14=0.42	
C7=6.78	G7=2.87	H7=0.50		En7=0.50	P7=0.48	W7=0.50	T7=4.08		He7=0.43	S7=0.48	Ec7=0.57	Ed7=0.46	Ed15=0.41	
					P8=0.34	W8=0.42	T8=0.59			S8=0.51	Ec8=0.58	Ed8=0.42	Ed16=0.48	

[0073]

[0074] 대한민국은 정보 기술(IT) 분야에서 선구자이며 이러한 동향은 사람들이 웹, 텔레비전 및 다른 디지털 서비스와 언제든지, 어디서든 연결할 수 있는 유비쿼터스 사회를 생성하는 데 궁극적인 비전을 이루기까지 계속될 것이다. 그러므로, 시민들을 위해 유비쿼터스 도시를 건설하는 분야에 대한 도시의 선구적인 역할 때문에 본 발명에 따른 프레임워크의 정확도를 평가하기 위한 벤치마크로서 사용 가능하다.

[0075] 따라서, 각 분야의 전문가들 및 활동가 인터뷰 및 서울의 지능형 문서(intelligent document) 사용을 통해 얻어지는 각 기준에 대한 테헤란 및 서울의 상태는 표 2에서 정의된 비중에 따라서 표 4에 제시된다.



표 4

C1	G2	H3	En2	P3	W3	T3	T11	He7	S8	Ec8	Ed8	Ed16
T=0 S=1	T=0.5 S=1	T=0 S=0	T=0 S=0.5	T=0 S=0.5	T=0.5 S=1	T=0.5 S=1	T=0 S=0.5	T=1 S=1	T=0 S=0	T=0 S=0.5	T=0 S=1	T=1 S=1
C2	G3	H4	En3	P4	W4	T4	T12	S1	Ec1	Ed1	Ed9	Ed17
T=1 S=1	T=0 S=1	T=0.5 S=1	T=1 S=1	T=1 S=1	T=1 S=1	T=0 S=0	T=0 S=0	T=1 S=1	T=0 S=1	T=0 S=0.5	T=1 S=1	T=0 S=1
C3	G4	H5	En4	P5	W5	T5	He1	S2	Ec2	Ed2	Ed10	Ed18
T=0 S=1	T=1 S=1	T=0.5 S=1	T=1 S=1	T=1 S=1	T=0.5 S=1	T=0 S=0.5	T=0 S=0.5	T=0.5 S=1	T=0 S=0.5	T=0 S=1	T=1 S=0.5	T=0 S=1
C4	G5	H6	En5	P6	W6	T6	He2	S3	Ec3	Ed3	Ed11	
T=1 S=1	T=0.5 S=1	T=0.5 S=1	T=0 S=1	T=1 S=1	T=1 S=1	T=0 S=1	T=0 S=0.5	T=1 S=1	T=0 S=1	T=1 S=1	T=0.5 S=0	T=0.5 S=0.5
C5	G6	H7	En6	P7	W7	T7	He3	S4	Ec4	Ed4	Ed12	
T=0 S=1	T=1 S=1	T=0 S=0	T=0 S=0.5	T=0.5 S=1	T=1 S=1	T=0 S=1	T=0 S=0.5	T=1 S=1	T=1 S=1	T=0.5 S=0.5	T=0.5 S=0.5	T=0.5 S=0.5
C6	G7	H8	En7	P8	W8	T8	He4	S5	Ec5	Ed5	Ed13	
T=1 S=1	T=0 S=1	T=0.5 S=1	T=0 S=0	T=1 S=1	T=0 S=0.5	T=0 S=0.5	T=0 S=0.5	T=0.5 S=1	T=0.5 S=0.5	T=0 S=1	T=0 S=1	T=0 S=1
C7	H1	H9	P1	W1	T1	T9	He5	S6	Ec6	Ed6	Ed14	
T=0.5 S=1	T=0.5 S=1	T=0 S=0.5	T=1 S=1	T=1 S=1	T=0.5 S=1	T=0.5 S=1	T=0 S=0.5	T=1 S=1	T=0.5 S=0.5	T=0 S=0	T=0 S=0.5	T=0 S=0.5
G1	H2	En1	P2	W2	T2	T10	He6	S7	Ec7	Ed7	Ed15	
T=0 S=1	T=0 S=0	T=0 S=1	T=1 S=1	T=1 S=1	T=0.5 S=1	T=0.5 S=1	T=0 S=0.5	T=1 S=1	T=0 S=1	T=1 S=0.5	T=0.5 S=1	T=0.5 S=1

[0076]

[0077]

테헤란 내 대응하는 상태 값의 최종 값을 곱함으로써 도시의 U-계수는 수학적식 6을 사용하여 수학적식 8과 같이 계산될 수 있다:

[0078]

[수학적식 8]

[0079]

$$UC_{Tehran} = 0.432334 / 99 = 0.004367 \times 100 = 0.4367$$

[0080]

기준에 대한 두 도시의 상태 요약은 도시에서 이용 가능한 유비쿼터스 요소 및 기준에 따라 서울이 더 나은 상태라는 점을 분명히 한다. 따라서, 더 높은 U-계수는 본 도시를 위한 수학적식 6을 통하여 얻어진다는 점이 예상된다. 수학적식 6이 서울의 상태 값에 적용된다면 서울의 U-계수는 수학적식 9와 같이 계산될 수 있다.

[0081]

[수학적식 9]

[0082]

$$UC_{Seoul} = 0.873156 / 99 = 0.008819 \times 100 = 0.8819$$

[0083]

테헤란의 U-계수에 대해 얻어진 값은 이 도시가 50% 미만의 U-계수를 갖는다는 점을 보여주고, 이는 도시 문제 해결을 위한 유비쿼터스 능력을 증진시키기 위하여 투자 및 계획을 장려할 필요성을 강조한다.

[0084]

계산된 U-계수는 서울이 유비쿼터스 분야에서 선구적인 도시라는 점을 증명하며, 도시의 U-계수 측정을 위한 제안된 벤치마크의 정확도를 확인한다. 테헤란 및 서울의 스마트함을 더 정확하게 비교하기 위하여, 도 4는 연구 대상 영역에서 그 기준의 상태에 따라 할당된 비중과 상대적인 중요도를 곱함으로써 계산되는 각 기준의 최종 점수를 보여준다. 도 4에 도시된 바와 같이, 그래프 상 모든 기준에서 서울의 도표는 테헤란보다 우세하다. 따라서, 이는 도시 계획자 및 정책 담당자가 취약 점을 알게 하고 그들을 강화하기 위한 조치를 취하게 하는 데 유용할 수 있다.

[0085]

표 4에 따라 테헤란은 유비쿼터스 도시의 기본 구성요소(시민 및 공공 경영)에서 가장 높은 비중을 가지며, 특히, 교통, 헬스케어 및 경제에서 유비쿼터스 사회 기반을 구축하는 데 더 많은 관심을 요구한다. 도 5는 테헤란에서의 상태가 0일 때, 교통, 헬스케어 및 경제 분야에서 이러한 기준들의 상대적인 중요도를 보여준다(표 4 참



고).

- [0086] 각 기준의 상대적인 중요도 비교를 통해, 교통, 헬스케어 및 경제 분야에서 테헤란의 스마트함을 향상시키기 위하여 최우선순위를 갖는 가장 중요한 프로젝트들은 다음과 같다:
- [0087] - 공공 건강에 대한 종합적인 데이터베이스 생성
- [0088] - 프로젝트에 기금을 주기 위한 장기적인 투자 기회 생성
- [0089] - 이동 수단, 이의 동작 상태 등과 같은 실제적인 기술적 상태를 자율적으로 관찰하는 시스템 제공
- [0090] - 정지 신호 시간을 자율적으로 제어하는 스마트 시스템 제공
- [0091] - 경로, 교차로, 승객 등을 감지하는 시스템 구축
- [0092] - 자율 주차 시스템 생성
- [0093] - 산업적인 요구에 따라 직업을 생성하기 위하여 산업 및 교육 간 관계 증진
- [0094] - 첨단 기술 분야에서 산업 전반의 파트너십 구축 포함
- [0095] - 조기 재난 경고를 제공할 수 있는 시스템 생성
- [0096] - 공공 건강 분야와 관련된 조직을 위한 상호 작용 및 소통 시스템 제공
- [0097] - 사용자들과의 상호 작용 및 정보 제공을 위한 스마트 네트워크 시스템 제공
- [0098] - 환자 입원부터 퇴원까지 환자 보호 과정 동안의 실시간 환자 감독 생성
- [0099] - 항공기 수화물 추적 서비스 생성
- [0100] - 통합 이벤트 관리를 위한 스마트 시스템 생성
- [0101] - 개발을 위한 정확하고 종합적인 세금 시스템 생성
- [0102] - 환자를 원격으로 방문하고 제어하는 상태 제공
- [0103] - 연료 사업에 의존하기 보다는 제품의 생산 및 수출을 통한 자본 생성에 의존하는 정책 채택
- [0104] 도시화에 의해 발생하는 수 많은 도시 문제를 때문에 U-시티로의 움직임은 불가피하다. U-시티를 생성하기 위한 첫 번째 단계는 스마트 도시의 주된 구성요소를 포함하는 일부 기본적인 사회 기반을 제공하는 것이다. 다시 말해, 스마트 도시를 만드는 것은 유비쿼터스 도시로 만들기 위한 전체 단계이다. 사회 기반은 도 1에 도시된 바와 같이 11개의 구성요소를 포함한다. 본 발명에서는 도시의 U-계수를 계산하고 이러한 구성요소들 및 그들의 상대적인 유비쿼터스 기준을 사용하여 준비 정도를 평가하기 위한 프레임워크를 제공한다. 이를 달성하기 위하여, 구성요소들 및 그들의 기준들 간의 상호 관계는 DEMATEL 방법을 사용하여 결정되고, 기준들의 상대적인 중요도는 ANP를 통해 계산된다. 마지막으로, 도시의 U-계수는 수학적 6을 통해 계산될 수 있다.
- [0105] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 있어서 도시 평가 시스템의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 블록도이다.
- [0106] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 있어서 컴퓨터 시스템의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 블록도이다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들에 따른 도시 평가 시스템이 도 6의 컴퓨터 시스템(100)을 통해 구현될 수 있다. 도 6에 도시한 바와 같이, 컴퓨터 시스템(100)은 도시 평가 방법을 실행하기 위한 구성요소로서 프로세서(110), 메모리(120), 영구 저장 장치(130), 버스(140), 입출력 인터페이스(150) 및 네트워크 인터페이스(160)를 포함할 수 있다.
- [0107] 프로세서(110)는 명령어들의 시퀀스를 처리할 수 있는 임의의 장치를 포함하거나 그의 일부일 수 있다. 프로세서(110)는 예를 들어 컴퓨터 프로세서, 이동 장치 또는 다른 전자 장치 내의 프로세서 및/또는 디지털 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서(110)는 예를 들어, 서버 컴퓨팅 디바이스, 서버 컴퓨터, 일련의 서버 컴퓨터들, 서버 팜, 클라우드 컴퓨터, 콘텐츠 플랫폼, 이동 컴퓨팅 장치, 스마트폰, 태블릿, 셋톱 박스, 미디어 플레이어 등에 포함될 수 있다. 프로세서(110)는 버스(140)를 통해 메모리(120)에 접속될 수 있다.
- [0108] 메모리(120)는 컴퓨터 시스템(100)에 의해 사용되거나 그에 의해 출력되는 정보를 저장하기 위한 휘발성 메모리, 영구, 가상 또는 기타 메모리를 포함할 수 있다. 메모리(120)는 예를 들어 랜덤 액세스 메모리(RAM: random access memory) 및/또는 동적 RAM(DRAM: dynamic RAM)을 포함할 수 있다. 메모리(120)는 컴퓨터 시스템

(100)의 상태 정보와 같은 임의의 정보를 저장하는 데 사용될 수 있다. 메모리(120)는 예를 들어 도시 평가를 위한 명령어들을 포함하는 컴퓨터 시스템(100)의 명령어들을 저장하는 데에도 사용될 수 있다. 컴퓨터 시스템(100)은 필요에 따라 또는 적절한 경우에 하나 이상의 프로세서(110)를 포함할 수 있다.

[0109] 버스(140)는 컴퓨터 시스템(100)의 다양한 컴포넌트들 사이의 상호작용을 가능하게 하는 통신 기반 구조를 포함할 수 있다. 버스(140)는 컴퓨터 시스템(100)의 컴포넌트들 사이에, 예를 들어 프로세서(110)와 메모리(120) 사이에 데이터를 운반할 수 있다. 버스(140)는 컴퓨터 시스템(100)의 컴포넌트들 간의 무선 및/또는 유선 통신 매체를 포함할 수 있으며, 병렬, 직렬 또는 다른 토폴로지 배열들을 포함할 수 있다.

[0110] 영구 저장 장치(130)는 (예를 들어, 메모리(120)에 비해) 소정의 연장된 기간 동안 데이터를 저장하기 위해 컴퓨터 시스템(100)에 의해 사용되는 바와 같은 메모리 또는 다른 영구 저장 장치와 같은 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 영구 저장 장치(130)는 컴퓨터 시스템(100) 내의 프로세서(110)에 의해 사용되는 바와 같은 비휘발성 메인 메모리를 포함할 수 있다. 영구 저장 장치(130)는 예를 들어 플래시 메모리, 하드 디스크, 광 디스크 또는 다른 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수 있다.

[0111] 입출력 인터페이스(150)는 키보드, 마우스, 음성 명령 입력, 디스플레이 또는 다른 입력 또는 출력 장치에 대한 인터페이스들을 포함할 수 있다. 구성 명령들 및/또는 도시 평가와 관련된 입력이 입출력 인터페이스(150)를 통해 수신될 수 있다.

[0112] 네트워크 인터페이스(160)는 근거리 네트워크 또는 인터넷과 같은 네트워크들에 대한 하나 이상의 인터페이스를 포함할 수 있다. 네트워크 인터페이스(160)는 유선 또는 무선 접속들에 대한 인터페이스들을 포함할 수 있다. 구성 명령들은 네트워크 인터페이스(160)를 통해 수신될 수 있다. 그리고, 도시 평가와 관련된 정보들은 네트워크 인터페이스(160)를 통해 수신 또는 송신될 수 있다.

[0113] 이러한 도 6의 실시예는, 컴퓨터 시스템(100)의 일례일 뿐이고, 컴퓨터 시스템(100)은 도 6에 도시되지 않은 추가의 컴포넌트를 더 구비하거나, 2개 이상의 컴포넌트를 결합시키는 구성 또는 배치를 가질 수 있다. 컴퓨터 시스템(100)에 포함 가능한 컴포넌트들은 하나 이상의 신호 처리 또는 어플리케이션에 특화된 집적 회로를 포함하는 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어 및 소프트웨어 양자의 조합으로 구현될 수 있다.

[0114] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 어플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0115] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0116] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 이때, 매체는 컴퓨터로 실행 가능한 프로그램을 계속 저장하거나, 실행 또는 다운로드를 위해 임시 저장하는 것일 수도 있다. 또한, 매체는 단일 또는 수 개의 하드웨어가 결합된 형태의 다양한 기록수단 또는 저장수단일 수 있는데, 어떤 컴퓨터 시스템에 직접 접속되는 매체에 한정되지 않고, 네트워크 상에 분산 존재하는 것일 수도 있다. 매체의 예시로는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은

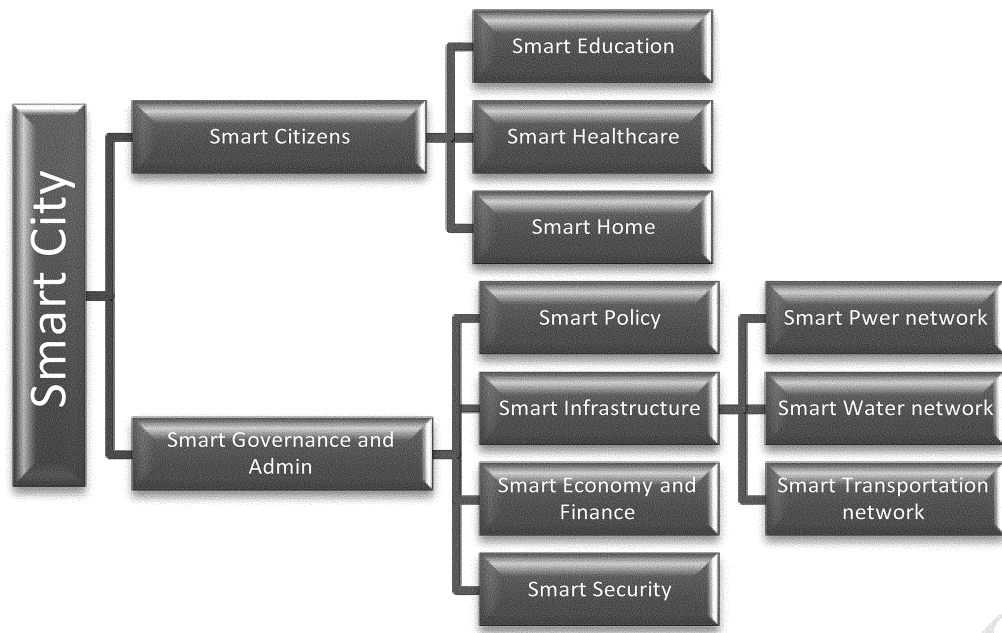
자기 매체, CD-ROM 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체 (magneto-optical medium), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등을 포함하여 프로그램 명령어가 저장되도록 구성된 것이 있을 수 있다. 또한, 다른 매체의 예시로, 어플리케이션을 유통하는 앱 스토어나 기타 다양한 소프트웨어를 공급 내지 유통하는 사이트, 서버 등에서 관리하는 기록매체 내지 저장매체도 들 수 있다.

[0117] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

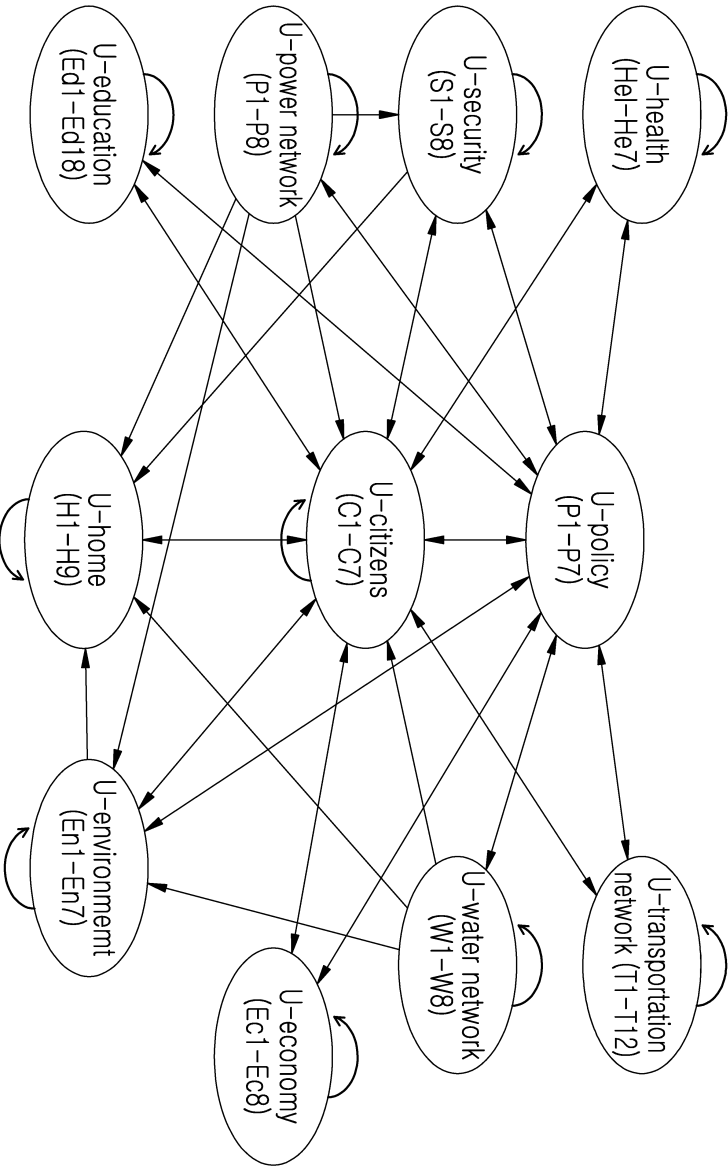
[0118] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

## 도면

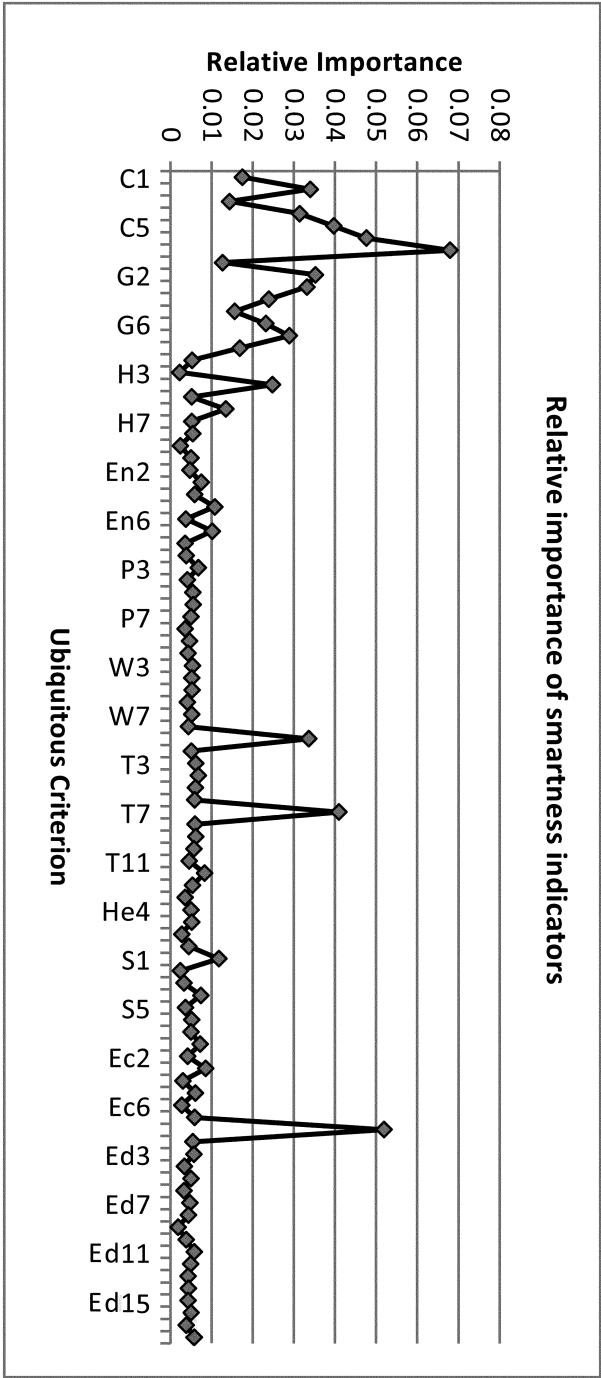
### 도면1



도면2

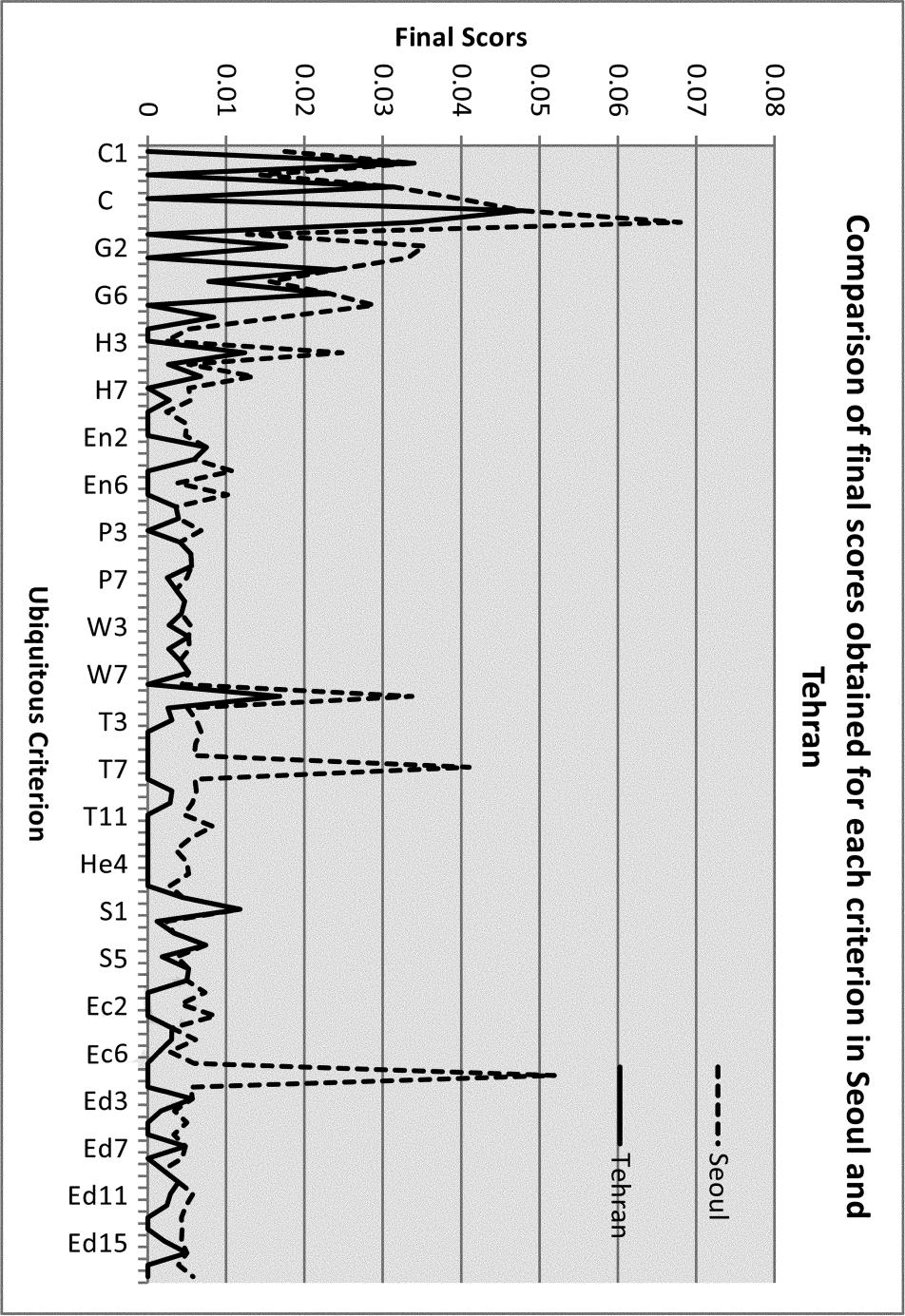


도면3

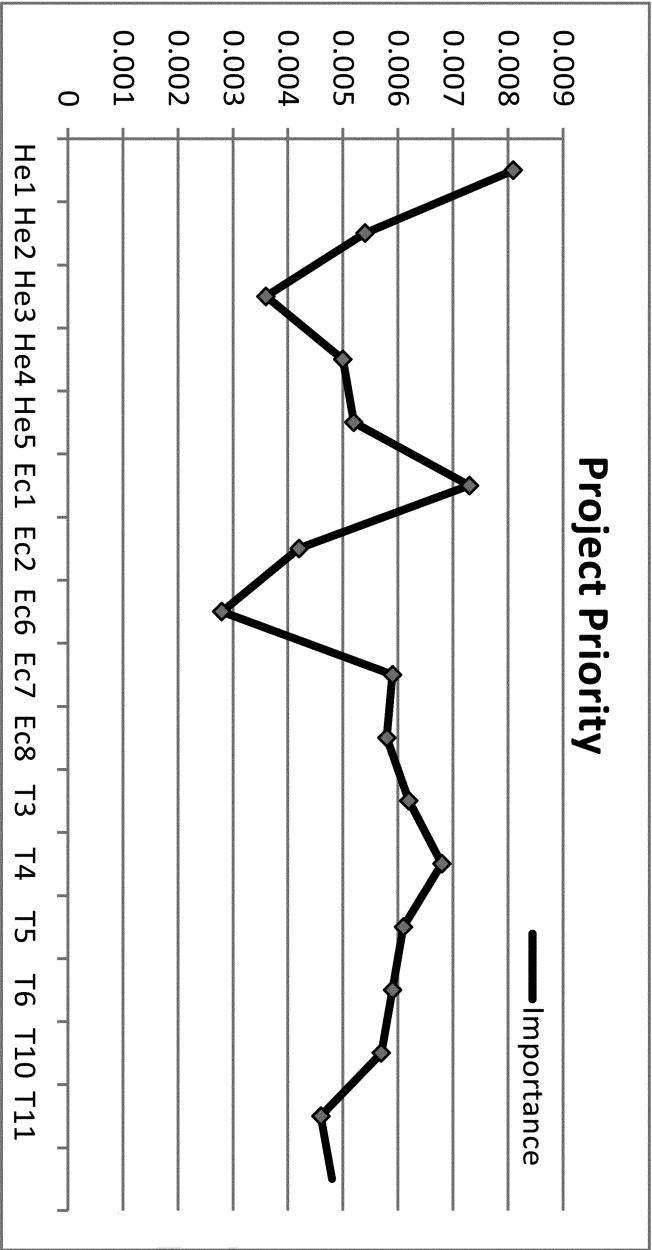




도면4



도면5





도면6

