

사물인터넷 환경에서 새로운 사용자를 고려한 정보 추천 기법

권준희* · 김성림**

Recommendation Method considering New User in Internet of Things Environment

Kwon Joonhee · Kim Sungrim

〈Abstract〉

With the popularization of mobile devices, the number of social network service users is increasing, thereby the amount of data is also increasing accordingly. As Internet of Things environment is expanding to connect things and people, there is information much more than before. In such an environment, it becomes very important to recommend the necessary information to the user. In this paper, we propose a recommendation method that considers new users in IoT environment. In the proposed method, we recommend the information by applying the centrality-based social network analysis method to the recommendation method using the social relationships in the social IoT. We describe the seven-step recommendation method and apply them to the music circle scenario of the IoT environment. Through the music circle scenario, we show that we can recommend more suitable information to new users in the IoT environment than the existing recommendation method.

Key Words : IoT, Social Network Analysis, Recommendation, New User, Centrality

I. 서론

사물인터넷(Internet of Things, IoT)은 인터넷을 기반으로 사람과 사물, 사물과 사물, 사물과 시스템 간에 서로 연결되어 정보를 상호소통하고 작용하며, 사용자에게 최적의 유용한 가치를 지닌 서비스를 제공하기 위한 기술을 통칭한다. 최근 각종 산업 분야와 실생활에 이르기까지 활발하게 연구되고 활용되고 있다[1,2]. 사물인터넷을 통해 사람과 사람, 사람

과 사물, 사물과 사물간의 통신과 상호작용, 그리고 정보 공유가 가능하고, 시스템 자체가 상황을 결정할 수 있으므로 사람의 개입 없이도 자율적으로 작업을 수행할 수 있게 된다[3-6].

소셜 네트워크(social network)는 개인이나 집단과 같은 소셜 액터들의 집합과 이러한 액터들간 관계의 집합으로 구성된 소셜 구조로 정의된다[7]. 사물 인터넷과 소셜 네트워크에 대한 연구가 활발해지면서, 사물인터넷과 소셜 네트워크를 융합한 새로운 기술인 소셜 사물인터넷(SIoT)에 대한 연구가 시작되고 있다. 소셜 사물인터넷(Social Internet of

* 경기대학교 컴퓨터과학과 교수 (주저자)

** 서일대학교 소프트웨어공학과 부교수 (교신저자)

Things, SIoT)은 사물간 소셜 관계의 개념에 기반한 지능형 객체들(intelligent objects)의 소셜 네트워크로 정의한다[7,8].

모바일 디바이스 보급의 대중화로 소셜 네트워크 서비스 사용자도 증가하고, 그에 따라 그 데이터 사용량도 크게 증가하고 있다. 사물과 사람이 연결되는 사물인터넷 환경으로 확장되면서 이전과는 비교할 수 없을 정도로 많은 정보들이 존재하게 된다. 이러한 환경에서 사용자에게 필요한 정보를 추천하는 방법은 매우 중요하게 된다. 정보 추천 기법에서 많이 사용되는 협업 필터링 기법은 사용자의 선호도를 분석하고, 예측하여 사용자가 원하는 정보를 필요한 시기에 추천한다[9]. 또한 새로운 사용자를 고려한 추천 기법에 대한 연구 중에 협업 필터링 기법에 중심성을 적용한 소셜 네트워크 분석 기법이 있다[10]. 이 기법에서는 새로운 사용자의 잠재 이웃 사용자를 찾고, 그 이웃 사용자들의 정보를 이용하여 신규 사용자에게 정보를 추천하는 방법이다.

본 논문에서는 사물인터넷 환경에서 새로운 사용자를 고려한 정보 추천 기법을 제안한다. 제안 기법에서는 소셜 사물인터넷에서의 소셜 관계를 이용한 추천 기법[11]에 중심성을 이용한 소셜 네트워크 분석 기법[10]을 적용하여 정보를 추천한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안 기법과 관련된 연구와 기술 동향을 살펴보고, 3장에서는 사물인터넷 환경에서 새로운 사용자를 고려한 정보 추천 기법을 제안하고, 이를 음악 추천 시나리오에 적용해본다. 시나리오를 통해, 제안 기법이 기존의 추천 기법에 비해 사물 인터넷 환경에서 새로운 사용자에게 보다 적합한 정보를 추천할 수 있다는 것을 보인다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

2.1 협업 필터링 정보 추천 기법

협업 필터링(Collaborative Filtering) 기법은 가장 많이 사용하는 정보 추천 기법으로써 사용자의 특성과 관련된 정보를 검색하여 사용자에게 적합한 정보를 제공하는데 인터넷 서점인 Amazon.com, 인터넷 영화 추천 사이트인 MovieFinder 등과 같은 다양한 분야에서 사용되고 있다[12].

협업 필터링은 '특정 아이템에 대해 선호도가 유사한 고객들은 다른 아이템에 대해서도 비슷한 선호도를 보일 것'이라는 기본 가정을 바탕으로 사용자 혹은 아이템간의 유사도를 기반으로 선호도를 예측하여 추천하는 방법이다. 사용자와 아이템 정보에만 의존하여 선호도를 예측하는 콘텐츠기반 추천기법에 비해 협업필터링은 사용자의 아이템에 대한 평가 정보를 사용해 선호도를 예측한다는 것이 가장 큰 차이점이다[12].

협업 필터링 기법은 크게 사용자 기반(user-based) 협업 필터링과 아이템 기반(item-based) 협업 필터링으로 나눌 수 있다[9]. 사용자 기반 협업 필터링 기법은 사용자와 사용자 간의 연관 관계를 파악하는 것이 핵심이며, 사용자 간의 유사성을 측정하여 선호도가 비슷한 다른 사용자들이 평가한 아이템을 기반으로 어떤 특정 사용자가 선호할만한 아이템을 추천하는 방식이다.

아이템 기반 협업 필터링 기법은 대부분의 사람들이 과거에 자신이 좋아했던 아이템과 유사한 아이템을 선호하는 경향이 있고, 반대로 선호하지 않았던 아이템과 유사한 아이템은 선호하지 않는 경향이 있다는 점을 바탕으로 한다. 이 방법은 아이템 간의 유사성을 측정하여 어떤 특정 사용자의 아이템 선호도를 예측하여 추천하는 방식이다[9].

아이템 기반 협업 필터링 알고리즘에서는 가장 먼저 사용자 혹은 아이템간의 유사도를 계산한다 [9]. 예를 들어, 추천 대상 고객과 다른 고객들과의 구매 이력을 비교했을 때, 추천 대상 고객과 같은 아이템을 구매하거나 선호 아이템이 같은 고객일수록 그 유사도가 높다. 유사도 측정을 통해 추천 대상 고객과 유사한 사용자를 선택한 후, 이들의 과거 구매 이력을 바탕으로 추천 대상 고객의 선호도를 예측할 수 있다. 마지막으로 아이템 추천 단계에서는 추천 대상 고객의 선호도가 가장 높을 것이라 예상되는 상위 N개의 아이템을 최종적으로 선택하여 추천 대상 고객에게 아이템 목록을 제공하는 방법이 있다[12].

2.2 소셜 네트워크 분석 (Social Network Analysis)

소셜 네트워크는 하나 이상의 관계 유형에 의해 연결된 네트워크 구성원의 집합으로 볼 수 있다. 대표적인 소셜 네트워크의 예로는 블로그, 트위터, 페이스북등이 있다[13]. 소셜 네트워크 분석(Social Network Analysis)이란 이러한 소셜 네트워크를 분석하여 해당 사회의 다양한 특징들을 도출하는 것이며, 이렇게 도출된 특징들은 사회과학, 경영학, 응용과학등의 학문 분야에서 뿐만 아니라 다양한 비즈니스에 활용될 수 있다. 블로그, 트위터, 페이스북 등 많은 온라인 소셜 네트워크 서비스들을 대상으로 하는 소셜 네트워크 분석에 대한 연구가 이루어지고 있다[10,13,14].

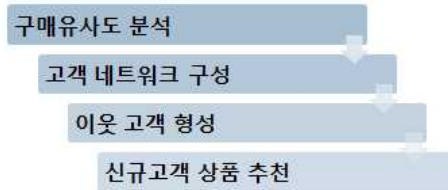
새로운 소셜 네트워크 분석 기법들이 연구되고 있는데 소셜 네트워크 분석 기법에서 네트워크 구조를 파악하기 위한 기법으로 중심성(Centrality), 밀도(Density), 구조적 공백(Structural hole), 집중도(Centralization)등이 있다[10,13,14].

소셜 네트워크 분석 기법 중에서 중심성은 한 행위자가 전체 네트워크에서 중심에 위치하는 정도를 표현하는 지표를 의미하며, 연결정도 중심성(Degree centrality), 근접 중심성(Closeness centrality), 매개 중심성(Betweenness centrality)이 있다[10,14].

- 연결정도 중심성 : 한 노드에 직접적으로 연결되어 있는 노드들의 합이다.
- 근접 중심성 : 각 노드간의 거리를 근거로 하여 중심성을 측정하는 방법으로 직접적으로 연결된 점뿐만 아니라 네트워크 내 간접적으로 연결된 모든 노드들 간의 거리를 합산하여 계산한다.
- 매개 중심성 : 네트워크 내에서 한 노드가 담당하는 매개자 혹은 중재자 역할의 정도으로써 중심성을 측정하는 방법이다.

[10]에서는 소셜 네트워크 분석 기법에서 관계 및 구조적 특성을 분석하기 위해 활용되고 있는 연결정도 중심성 분석 기법을 협업 필터링 정보 추천 기법에 적용하여 정보를 추천하는 방법을 제안하였다. 이 방법에서는 신규 고객의 잠재 이웃 고객을 찾고, 그 이웃 고객들의 구매 정보를 이용하여 신규 고객에게 상품을 추천한다.

[10]에서 협업 필터링 기법을 소셜 네트워크 분석 기법에 적용한 신규 고객 추천 방법은 <그림 1>과 같이 4단계로 이루어진다.



<그림 1> 추천 고객 프로세스

1단계는 '구매 유사도 분석' 단계로써 기존 고객들의 구매 성향을 분석하여 고객 간 유사도를 구하는데, 구매 성향을 분석하는 단계와 유사도를 계산하는 단계로 나누어진다. 구매 성향을 계산하는 단계에서는 고객-상품 매트릭스가 만들어지고, 고객들간의 유사도는 피어슨 상관계수를 이용하여 계산한다.

2단계는 '고객 네트워크 구성' 단계로써 1단계에서 계산한 유사도로 고객 네트워크를 구성하는 단계이다. 고객간 유사도를 계산한 후 제품 구매 패턴이 유사한 고객들 사이의 소셜 네트워크를 구축한다. 유사한 구매패턴을 가진 고객들 중에서 특정 임계치 이상인 고객들을 연결하여 하나의 그래프를 만드는 단계이다. 한 고객에게 연결된 링크가 많다는 것은 이웃이 많고, 그 이웃들과 유사한 상품을 많이 구매했다는 것을 의미한다. 고객 a와 고객 b간이 연결정도 $link(a,b)$ 는 식 (1)과 같이 계산된다.

$$link(a,b) = \begin{cases} 1, sim(a,b) \geq \rho \\ 0, sim(a,b) < \rho \end{cases} \quad (1)$$

3단계는 '이웃 고객 형성' 단계로써 신규 고객의 이웃 고객을 정하는 단계이다. 2단계에서 구성된 고객 네트워크에서 연결정도 중심성을 구하여 중심성이 높은 고객을 신규 고객의 이웃 고객으로 선택한다. 즉, 중심성을 사용하여 중심성 값이 높은 상위 K명을 뽑아 신규 고객의 이웃 고객으로 하여 이웃 고객이 구매한 상품을 신규 고객에게 추천하게 하는 것이다. 중심성 값이 높은 고객은 다른 고객들에 비해 상대적으로 많은 사람들과 유사한 제품을 구매하기 때문에 협업필터링 기법에서 좋은 이웃 고객이 될 확률이 높다. 고객 c의 중심성 $cen(c)$ 은 고객 c에 직접 연결되어 있는 고객 노드 수를 의미하며, 식 (2)와 같이 계산된다.

$$cen(c) = \sum_{j=1}^M link(c,j) \quad (2)$$

마지막 단계인 4단계는 '신규 고객 상품 추천' 단계로 신규 고객의 이웃 고객이 된 고객들이 구매했던 상품을 신규 고객에게 추천한다. 협업 필터링 기법에서 구매가능성 값을 계산하여 추천 상품을 정하는 이유는 구매가능성 값과 이웃 고객들의 구매빈도가 비례하고, 이것은 신규 고객도 구매할 확률이 높다는 것을 의미한다. 따라서, 3단계에서 선정한 K명의 중심성이 높은 고객들이 과거에 구매한 상품들을 찾아 각 상품의 구매가능성을 계산하여 구매 가능성이 높은 상위 N (Top-N)개의 상품을 신규 고객에게 추천한다.

신규 고객 c의 j번째 상품에 대한 구매가능성 점수(purchase likelihood score) $pls(c,j)$ 는 식(3)과 같이 계산된다.

$$pls(c,j) = \frac{\sum_{i \in H} p_{ij} \times cen(i)}{\sum_{i \in H} cen(i)} \quad (3)$$

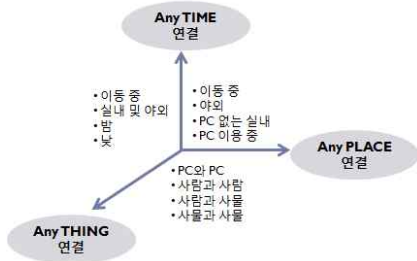
이때, p_{ij} 는 고객 i의 j번째 상품에 대한 구매여부를 나타내며, $cen(i)$ 는 고객 i의 중심성 값, H는 단계 3에서 선택된 신규 고객의 이웃 집합을 의미한다.

2.3 사물인터넷(IoT : Internet of Things)

사물인터넷은 지능화된 사물들이 인터넷에 연결되어 네트워크를 통해 사람과 사물, 사물과 사물간에 상호 소통하고, 상황 인식 기반의 지식이 결합되어 지능적인 서비스를 제공하는 인프라를 의미한다[15].

사물인터넷에서는 <그림 2>와 같이 모든 사물들

이 시간 제약, 장소 제약, 객체 제약 없이 연결될 수 있다[6].



<그림 2> 사물인터넷 (ITU)

우리나라에서도 2014년 사물인터넷 국가전략을 수립하여 ‘사물인터넷 기본 계획’을 발표하였다. 2014년 현재 인터넷에 연결된 사물은 1% 미만에 불과하나, 향후 모든 것이 인터넷에 연결되는 초연결 혁명 확산으로 산업 전반에서 다양한 혁신과 사업 기회가 창출될 것으로 전망하였다. 사물인터넷의 개인, 산업, 공공 등에서 주요 서비스의 예는 <표 1>과 같고, 해외 사물인터넷 적용 사례는 <표 2>와 같다 [16].

<표 1> 사물인터넷 주요 서비스

구분	서비스 내용
개인	<ul style="list-style-type: none"> 자동차 : 긴급구난 자동전송, 무인자율 주행 서비스 헬스케어 : 심장박동, 운동량 등 IoT정보 제공 홈 : 주거환경 IoT 통합 제어
산업	<ul style="list-style-type: none"> 공정분석 및 시설물 모니터링 : 스마트 팜·축사·양식장, 식품 생산유통이력 정보 제공 서비스 등 생산·가공·유통 IoT 접목 : 스마트 팜·축사·양식장, 식품 생산유통이력 정보 제공 서비스 등 주변 생활제품의 IoT 접목 : 식습관관리 포크, 심장박동음 전달 베개, 행동패턴 분석 신발 등
공공	<ul style="list-style-type: none"> CCTV, 노약자 GPS 등 IoT정보 제공 : 어린이/노인 안심이, 재난재해 예보 서비스 등 대기질, 쓰레기양 등 IoT정보 제공 : 스마트 환경정보 제공, 스마트 쓰레기통 서비스 등 에너지 관련 IoT 정보 제공 : 스마트 건물 에너지 관리, 스마트 미터, 스마트 플러그 서비스 등

<표 2> 해외 사물인터넷 적용사례

구분	사례
스마트 워터 시스템 (도하, 상파울로)	펌프와 상하수도 시스템에 센서를 설치하여 40~50%의 누수 방지 가능
지능형운영센터 (리우데자네이루)	기상데이터 분석을 통해 구역별 폭우 가능성을 40시간 전에 90% 정확도로 예측함으로써 도로 침수 등에 대비
지능형교통시스템 (영국)	M42 고속도로에 지능형교통시스템을 구축한 결과 통행 간 25% 단축 및 교통사고 50% 감소
쓰레기 관리시스템에 사물인터넷 적용 (신시네티)	쓰레기 종량제 프로그램에 사물인터넷 적용하여 도시 내 쓰레기 배출량 17% 감소 및 재활용 49% 증가
스마트 가로등 설치 (바르셀로나)	가로등에 센서를 설치하여 소음수준, 공기오염도 등을 통해 인구 집도를 파악하여 자동으로 조명 세기 조절함으로써 연간 최소한 30% 에너지 절감

2.4 소셜 사물인터넷

(SIoT: Social Internet of Things)

소셜 사물인터넷은 최근에 연구가 시작된 분야로 소셜 네트워크 서비스와 사물인터넷이 융합된 것이다[8,17,18].

소셜 사물인터넷에서는 사람간의 소셜 관계뿐만 아니라 사물과 사물, 사물과 그 소유자간에도 소셜 관계가 있는데 크게 5가지 유형으로 구분해 볼 수 있다[8,19].

- 객체 소유자 관계 (OOR, Ownership Object Relationship) : 동일한 소유자에 속한 사물들간의 관계
- 객체 위치 관계 (CLOR, Co-Location Object Relationship) : 같은 장소에 있는 사물간의 관계
- 객체 협업 관계 (CWOR, Co-Work Object Relationship) : 하나의 일을 하는데 관련된 사물들간의 관계
- 객체 소셜 관계 (SOR, Social Object Relationship)

Relationship) : 사물 소유자간의 소셜 관계에 의해 이루어지는 사물들간 관계

- 객체 부모 관계 (POR, Parental Object Relationship) : 동일한 제작사에 의해 동일한 기간에 생산된 객체들간의 관계를 의미하는 동질성을 가지는 사물들간의 관계

[11]에서는 사물인터넷 환경에서 소셜 네트워크를 기반으로 한 정보 추천 기법을 제안하였다. 이 추천 기법에서는 사물인터넷 환경을 고려하여 정보 추천 기법에서 가장 많이 사용하는 방법 중 하나인 아이템 기반 협업 필터링 기법의 예측 선호도를 사용하고, 소셜 사물인터넷에서의 소셜 관계를 이용하여 정보를 추천한다.

사물 i 에 대해 소셜 관계를 고려한 사물 j 의 아이템 k 에 대한 예측 선호도 $SIoT_P(i, j, k)$ 는 식 (4)와 같이 계산된다. $SIoT_P$ 는 예측 선호도 P 와 소셜 관계값 SR 로 구성된다. $P(owneri, kj)$ 는 사물 i 의 소유자 $owneri$ 의, 사물 j 에 속한 아이템 k 에 대한 예측 선호도이고, 아이템 기반 협업 필터링 알고리즘의 가중치 합에 의한 예측 선호도를 사용한다.

$$SIoT_P(i, j, k) = SR_{ij} \times P(owneri, kj) \quad (4)$$

식 (5)는 사물 i 와 사물 j 의 소셜 관계값 SR_{ij} 에 대한 계산식이다. 소셜 관계값은 객체 소셜 관계, 객체 위치 관계, 객체 소유자 관계, 그리고 객체 부모 관계를 이용한다. $EOOR$ [11]은 OOR 을 상수에서 변수로 확장하여 그 값은 어플리케이션의 성격에 따라 정하는 것으로 한다.

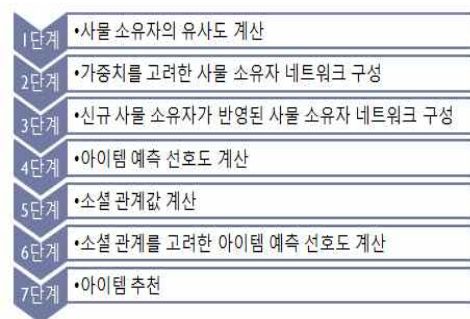
$$SR_{ij} = SOR_{ij} \times CLOR_{ij} \times EOOR_{ij} \times POR_{ij} \quad (5)$$

III. 새로운 사용자를 고려한 정보 추천 기법

3.1 추천 기법

본 절에서는 사물 인터넷 환경에서 새로운 사용자를 고려한 정보 추천 기법을 기술한다. 제안된 추천 기법은 7단계로 구성되며 <그림 3>으로 요약된다.

제안된 추천 기법은 신규 사용자를 고려한 협업 필터링 기법인 기존 연구[10]과 사물 인터넷 환경을 고려한 협업 필터링 기법인 기존 연구[11]를 통합한 새로운 정보 추천 기법이다.



<그림 3> 단계별 프로세스 흐름도

1단계에서는, 사물 소유자의 유사도를 계산한다. 1단계는 기존 연구[10]의 추천 프로세스 중 '구매 유사도 분석' 단계를 사물 인터넷 환경에 적용한다. 첫째, 사물 소유자 중 아이템 기반 협업 필터링 기법 [9]에서의 사물 소유자-아이템 매트릭스값 RM (Ratings Matrix)을 계산한다. 식 (6)은 사물 소유자 u 와 아이템 k 에 대한 매트릭스값 RM_{uk} 을 보인다. 둘째, 사물 소유자간 유사도 값을 계산한다. 본 연구에서는 기존 연구[1]에서 적용한 피어슨 상관계수에 의한 유사도를 사용한다.

$$RM_{uk} = \begin{cases} 1 : \text{사물 소유자 } u \text{가 아이템 } k \text{ 사용} \\ 0 : \text{사물 소유자 } u \text{가 아이템 } k \text{ 미사용} \end{cases} \quad (6)$$

2단계에서는 가중치를 고려한 사물 소유자 네트워크를 구성한다. 2단계는 기존 연구[10]의 추천 프로세스 중 '고객 네트워크 구성' 단계를 수정하여 사용한다. 네트워크 노드간 링크 연결 여부만을 고려한 기존 연구[10]과는 다르게, 본 논문에서는 유사도 값을 이용하여 노드간 링크에 가중치를 부여한다. 본 논문에서 제안한 식 (7)은 기존 사용자를 대상으로 한, 사물 소유자 u 와 w 간의 가중치 링크 값 $weightedLink_{old}(u, w)$ 에 대한 계산식이다. 사물 소유자간 유사도가 임계치 ρ 이상인 경우에는 사물 소유자 u 와 w 간의 유사도 값 $sim(u,w)$ 을 가중치 값으로 가지는 링크를 연결하고, 그렇지 않은 경우에는 네트워크에 포함시키지 않는다.

$$weightedLink_{old}(u, w) = \begin{cases} sim(u, w), sim(u, w) \geq \rho \\ 0, sim(u, w) < \rho \end{cases} \quad (7)$$

3단계에서는 신규 사물 소유자가 반영된 사물 소유자 네트워크를 구성한다. 2단계는 기존 연구[10]의 추천 프로세스 중 '이웃고객 형성' 단계를 수정하여 사용한다. 신규 사용자의 이웃 노드를 선정하고 노드간에 링크만을 연결한 기존 연구[10]과는 다르게, 본 논문에서는 노드의 중심성 값을 이용하여 노드간 링크에 가중치를 부여한다. 첫째, 기존 연구[10]에 의해 2단계에서 구성된 사물 소유자 네트워크로부터 각 노드들의 중심성 cen 을 구한 후, 중심성 값이 특정 임계치 이상인 사물 소유자를 신규 사용자의 이웃 노드로 선택한다. 둘째, 신규 사용자와 이웃 노드간의 링크 가중치를 중심성 값을 이용하여 계산한다. 새롭게 제안한 식 (8)은 신규 사물 소유자 $unew$ 와 선택된 이웃 노드 Hi 간의 가중치 링크 값

$weightedLink_{new}(unew, Hi)$ 에 대한 계산식이다. 이때, $cen(Hi)$ 는 선택된 이웃 노드 Hi 의 중심성 값이며, cen_{max} 는 최대 중심성 값을 의미한다.

$$weightedLink_{new}(unew, Hi) = \frac{cen(H_i)}{cen_{max}} \quad (8)$$

4단계에서는 신규 사용자의 아이템 예측 선호도를 계산한다. $P_{new}(owner_i, k_j)$ 는 새로운 사용자인 사물 i 의 소유자 $owner_i$ 의, 사물 j 에 속한 아이템 k 에 대한 예측 선호도이다. 여기서 $P_{new}(owner_i, k_j)$ 는 아이템 기반 협업 필터링 알고리즘에 중심성 값을 적용한 기존 연구[10]의 구매가능성점수를 사용한다.

5단계에서는 사물간 소셜 관계값을 계산한다. 4단계까지의 프로세스에서는 새로운 사용자를 고려한 정보 추천은 가능하지만, 사물 인터넷 환경은 고려하지 않는다. 이를 해결하기 위해 이 단계에서는 기존 연구[11]에서 사용한 사물간 소셜 관계값 SR 을 적용한다. 그러나, 기존 연구[11]의 SR 에서는 계산 요소 중 하나인 객체 소셜 관계값 SOR 이 새로운 사용자를 고려하지 않는다는 문제점이 있다. 본 논문에서는 기존 연구[11]와 다르게, 새로운 사용자를 고려한 객체 소셜 관계값 계산식을 제안한다. 식 (9)는 새로운 사용자를 고려한, 사물 i 와 사물 j 의 객체 소셜 관계값 SOR_{newij} 를 보인다. 여기서 $NumberOfLink(x,y)$ 와 N 은 4단계를 통해 완성된 사물 소유자 네트워크의 노드 x 로부터 노드 y 까지 이르는 링크 경로 중, 링크 가중치 값의 합계가 가장 큰 링크 경로에서의 링크 개수를 의미한다.

$$SOR_{newij} = \frac{\sum_{n=1}^{n \leq N} \frac{weightedLink(Owner_n, Owner_{n+1})}{NumberOfLink(Owner_i, Owner_{n+1})}}{NumberOfLink(Owner_i, Owner_j)} \quad (9)$$

식 (10)은 새로운 사용자를 고려한 사물 i 와 사물 j 간의 소셜 관계값 SR_{newij} 에 대한 계산식이다.

$$SR_{new_{ij}} = SOR_{new_{ij}} \times CLOR_{ij} \times EOR_{ij} \times POR_{ij} \quad (10)$$

6단계에서는 소셜 관계를 고려한 아이템 예측 선호도를 계산한다. 이 단계에서는 4단계를 통해 얻어진 아이템 예측 선호도 P_{new} 와, 5단계에서의 사물 간 소셜 관계값 SR_{new} 를 통합한다. 식 (11)은 새로운 사용자와 사물 i 에 대한 소셜 관계를 고려한 사물 j 의 아이템 k 에 대한 예측 선호도 $SIoT_P_{new}(i, j, k)$ 의 계산식이다.

$$SIoT_P_{new}(i, j, k) = SR_{new_{ij}} \times P_{new}(owner_i, k_j) \quad (11)$$

마지막 단계인 7단계에서는 6단계를 통해 얻어진 예측 선호도를 기반으로 새로운 사용자에게 아이템을 추천한다.

3.2 시나리오

본 절에서는 사물 인터넷 환경에서 새로운 사용자를 고려한 음악 추천 시나리오를 설명한다. 한 인터넷 음악 동호회에서 오프라인 모임을 진행한다고 한다. 모임에 참석한 회원들은 다른 회원들의 음악 기기에 저장된 음악들 중, 자신에게 적합한 음악을 추천받아 무선 통신으로 음악을 들을 수 있다. 동호회 모임에는 기존에 활동을 활발히 하고 있는 회원들 이외에 신입 회원이 참석하였다.

회원들은 닉네임으로 활동하고 있는데, 모임에 참석한 기존 회원은 스노우(u1), 봄봄(u2), 씨니(u3), 데니스(u4), 검은별(u5), 나무처럼(u6), 토토로(u7)라고 한다. 각 회원이 소유한 음악 기기와 기기별 배치도는 <그림 4>와 같다. <표 3>은 추천 후보 음악과 해

당 음악이 저장된 기기의 소유자를 나타낸다. 본 시나리오를 3.1절의 <그림 3>에서 나타낸 단계별 프로세스 흐름도에 따라 총 7단계로 나타내면 다음과 같다. 1단계로 기기 소유자의 유사도를 계산한다. 본 시나리오에서는 기존 회원들에 대한 음악 선호도가 <표 4>와 같다고 가정한다. <표 4>는 식 (6)에 나타난 매트릭스 RM 을 본 시나리오에 적용한 것으로, 기존 회원들이 해당 음악을 1회 이상 들은 경우에는 1로 표시하고, 한 번도 듣지 않은 경우에는 0으로 표시한다. <표 4>로부터 유사도를 계산하면 <표 5>와 같다.



<그림 4> 기기 배치도

<표 3> 후보 음악과 기기 소유자

음악		소유자
사춘기	m1	씨니
동행	m2	스노우
비처럼 음악처럼	m3	씨니
광화문연가	m4	스노우
가로수 그늘아래 서면	m5	데니스
보이지 않는 사랑	m6	토토로
세상에 뿌려진 사랑만큼	m7	봄봄
청춘	m8	검은별
세월이 가면	m9	나무처럼
목소리	m10	검은별
사랑하기 때문에	m11	씨니
인연	m12	검은별
아름다운 강산	m13	봄봄
사랑했지만	m14	검은별
말하지 못한 내사랑	m15	봄봄

<표 4> 기존회원-음악 매트릭스

	m1	m2	m3	m4	m5	m6	m7	m8	m9	m10	m11	m12	m13	m14	m15
u1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
u2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
u3	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1
u4	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
u5	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
u6	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
u7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

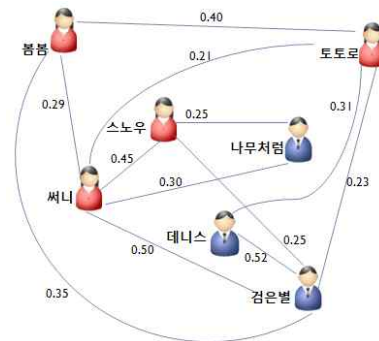
<표 4>와 <표 5>에서는 편집의 편의상 기존 회원들의 이름은 u1부터 u7로 표기하였고, 음악 이름은 m1부터 m15까지로 표기하였다.

<표 5> 기존 회원들간 유사도

	u1	u2	u3	u4	u5	u6	u7
u1		-0.29	0.45	0.16	0.25	0.25	-0.11
u2			0.29	0.06	0.35	-0.19	0.40
u3				0.03	0.50	0.30	0.21
u4					0.52	-0.24	0.31
u5						-0.33	0.23
u6							-0.08
u7							

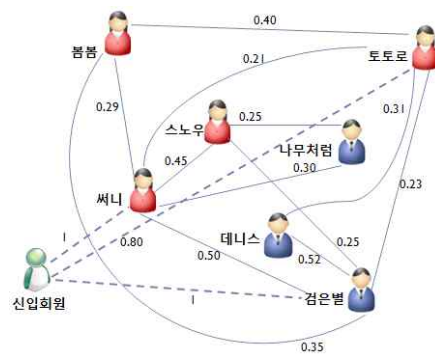
2단계에서는 가중치를 고려한 기기 소유자 네트워크를 구성한다. 본 시나리오에서는 기존 회원들간의 유사도 값이 0.2 이상인 것만을 추출하여 네트워크를 구성한다. <그림 5>는 식 (7)에 의해 계산된, 음악 기기를 소유한 기존 회원들간의 가중치 네트워크를 보인다.

3단계에서는 신입회원이 반영된 음악 기기를 소유한 회원들간 네트워크를 구성한다. 식 (8)에 의해 <그림 5>으로부터 각 회원의 중심성 값을 계산하면, '써니'와 '검은별'의 값은 5, '토토로'의 값은 4, '스노우'의 값은 3, '봄봄'의 값은 3, '데니스'와 '나무처럼'의 값은 2이다. 본 시나리오에서는 신입회원의 이웃



<그림 5> 음악 기기를 소유한 기존 회원 가중치 네트워크

노드로 중심성 값이 4 이상인 회원을 선택하는 것으로 하여 링크와 가중치를 계산한다. <그림 6>은 신입회원의 이웃으로 '써니', '검은별', '토토로'가 추가된 회원 가중치 네트워크를 보인다.



<그림 6> 신입회원이 반영된 음악 기기를 소유한 회원 가중치 네트워크

4단계에서는 신입 회원의 음악 예측 선호도를 계산한다. <표 6>은 4단계 과정을 거쳐 계산된 신입 회원의 음악 예측 선호도 값이다.

<표 6> 추천 후보 음악들의 예측 선호도

음악	예측 선호도
사춘기	0.71
동행	0.71
비처럼 음악처럼	0.36
광화문연가	0.71
가로수 그늘아래 서면	0
보이지 않는 사랑	1
세상에 뿌려진 사랑만큼	0.71
청춘	0.71
세월이 가면	0.36
목소리	0.36
사랑하기 때문에	0.36
인연	0.71
아름다운 강산	0
사랑했지만	0.36
말하지 못한 내사랑	0.71

5단계에서는 신입 회원과 다른 회원의 음악 기간 소셜 관계값을 계산한다. 식 (9)와 식 (10)에 의해 계산된 소셜 관계값은 <표 7>과 같다.

<표 7> 음악 기기 소셜 관계값

음악	소유자	SOR	CLOR	EOOR	POR
사춘기	써니	1	0.92	0.5	1
동행	스노우	0.61	0.76	0.5	0
비처럼 음악처럼	써니	1	0.92	0.5	1
광화문연가	스노우	0.61	0.76	0.5	0
가로수 그늘아래 서면	테니스	0.63	0.75	0.5	1
보이지 않는 사랑	토토로	0.8	0.17	0.5	1
세상에 뿌려진 ...	봄봄	0.59	0.45	0.5	1
청춘	검은별	1	0.64	0.5	1
세월이 가면	나무처럼	0.58	0.37	0.5	1
목소리	검은별	1	0.64	0.5	1
사랑하기 때문에	써니	1	0.92	0.5	1
인연	검은별	1	0.64	0.5	1
아름다운 강산	봄봄	0.59	0.45	0.5	1
사랑했지만	검은별	1	0.64	0.5	1
말하지 못한 내사랑	봄봄	0.59	0.45	0.5	1

6단계에서는 음악 기간간 소셜 관계를 고려한 신입 회원의 음악 예측 선호도를 계산한다. <표 8>은 식 (11)에 의해 계산된 예측 선호도를 보인다.

7단계에서는 신입 회원에게 최종적으로 음악을 추천한다. <표 9>과 <표 10>은 새로운 사용자를 고려한 협업 필터링 기법인 기존 연구[10]에 의한 추천 결과와, 제안 기법을 사용한 추천 결과를 비교한다. 이 때, 추천 결과 비교를 위해 예측 선호도 값이 큰 음악을 상위부터 순차 정렬하였다. 본 시나리오에서는 기존의 전통적인 협업 필터링 기법과는 추천 결과를 비교하지 않았는데, 이는 협업 필터링 기법에 본 시나리오를 적용할 경우 추천 결과가 존재하지 않기 때문이다.

<표 8> 소셜 관계를 고려한 음악 예측 선호도

음악	소유자	P	SR	SIOT_P
사춘기	써니	0.71	0.46	0.33
동행	스노우	0.71	0.00	0.00
비처럼 음악처럼	써니	0.36	0.46	0.16
광화문연가	스노우	0.71	0.00	0.00
가로수 그늘아래 서면	테니스	0.00	0.24	0.00
보이지 않는 사랑	토토로	1.00	0.07	0.07
세상에 뿌려진 ...	봄봄	0.71	0.13	0.09
청춘	검은별	0.71	0.32	0.23
세월이 가면	나무처럼	0.36	0.11	0.04
목소리	검은별	0.36	0.32	0.11
사랑하기 때문에	써니	0.36	0.46	0.16
인연	검은별	0.71	0.32	0.23
아름다운 강산	봄봄	0.00	0.13	0.00
사랑했지만	검은별	0.36	0.32	0.11
말하지 못한 내사랑	봄봄	0.71	0.13	0.09

<표 9>과 <표 10>를 비교해보면 다음과 같은 다른 결과를 볼 수 있다. 첫째, <표 9>에서는 가장 상위로 추천되었던 음악인 '보이지 않는 사랑'이 <표 10>에서는 하위로 추천된 것을 볼 수 있다. 이는 음

악 자체의 예측 선호도 값은 높지만, 기기간 소셜 관계를 고려할 때 신입회원과 해당 음악을 저장하고 있는 '토토로'의 기기간 거리가 매우 멀기 때문에 소셜 관계값인 CLOR값이 매우 작아 추천 순위가 낮아졌음을 알 수 있다.

둘째, <표 9>에는 '광화문연가'와 '동행'이 추천되고 있지만, <표 10>에서는 추천되지 않는다는 것을 관찰할 수 있다. 이는 '광화문 연가'와 '동행'의 소셜 관계값 중 POR값이 0이기 때문이다. 즉, 신입회원의 기기와 해당 음악이 저장된 기기간 호환이 이루어지지 않아 음악에 대한 선호도 값에 관계없이 음악을 들을 수 없기 때문에 추천하지 않는다.

셋째, 제안 기법에서는 '씨니' 회원의 기기에 저장된 음악들이 기존 기법에 비해 상위로 추천되는 것을 볼 수 있다. 이는 '씨니' 회원의 기기가 신입회원의 기기와 거리가 가장 가까워 CLOR 값이 크고, 객체 소셜 관계값 SOR 값도 가장 커서 소셜 관계값이 크기 때문이다.

<표 9> 기존 기법을 이용한 추천 음악

음악	소유자	P
보이지 않는 사랑	토토로	1.00
사춘기	씨니	0.71
인연	검은별	0.71
청춘	검은별	0.71
말하지 못한 내사랑	봄봄	0.71
세상에 뿌려진 사랑만큼	봄봄	0.71
광화문연가	스노우	0.71
동행	스노우	0.71
비처럼 음악처럼	씨니	0.36
사랑하기때문에	씨니	0.36
목소리	검은별	0.36
사랑했지만	검은별	0.36
세월이 가면	나무처럼	0.36

<표 10> 제안 기법을 이용한 추천 음악

음악	소유자	SIOT_P
사춘기	씨니	0.33
인연	검은별	0.23
청춘	검은별	0.23
비처럼 음악처럼	씨니	0.16
사랑하기때문에	씨니	0.16
목소리	검은별	0.11
사랑했지만	검은별	0.11
말하지 못한 내사랑	봄봄	0.09
세상에 뿌려진 사랑만큼	봄봄	0.09
보이지 않는 사랑	토토로	0.07
세월이 가면	나무처럼	0.04

위에서 살펴본 몇 가지 관찰로부터, 신입회원의 예측 선호도만을 고려한 기존 기법과 비교해볼 때 제안 기법이 사물 인터넷 환경에서 신입 회원들에게 보다 적합한 정보를 추천할 수 있음을 알 수 있다. 이는 <표 9>와는 다르게 <표 10>에서는 예측 선호도 이외에도 회원들의 기기간 소셜 관계를 통합적으로 고려하였기 때문이다.

IV. 결론

본 논문에서는 사물 인터넷 환경에서 새로운 사용자를 고려한 정보 추천 기법을 제안하였다. 정보 추천 기법으로는 협업 필터링 기법이 가장 널리 활용되고 있다. 그러나, 협업 필터링 기법은 다음과 같은 두가지 문제점이 있다. 첫째, 사용자에게 대한 선호도 데이터가 존재해야 추천이 가능하기 때문에, 새로운 사용자에게 대해서는 정보가 추천되기 어렵다. 둘째, 전통적인 정보 시스템 환경에서는 좋은 성능을 보이고 있다는 점이 입증되었지만, 최근의 사물인터넷 환경의 특성은 고려하지 못하고 있어 좋은 추천 결과를 기대하기 어렵다. 이러한 문제점들을

극복하기 위해 각 문제점을 해결하기 위한 연구가 진행되고 있다. 그러나, 두가지 문제점을 통합적으로 해결하는 연구는 아직까지 존재하지 않는다.

본 연구에서는 새로운 사용자를 고려한 협업 필터링 기법에 대한 기존 연구와, 사물 인터넷 환경을 고려한 기존 연구를 통합한 새로운 정보 추천 기법을 제안한다. 제안된 기법에서는 소셜 네트워크를 이용하여 2개의 기존 연구를 통합하였다. 이를 위해 7단계로 구성된 단계별 프로세스를 제안하였다.

또한, 제안된 정보 추천 기법을 사물 인터넷 환경의 음악 동호회 시나리오에 적용해보았다. 시나리오를 통해, 기존의 추천 기법에 비해 사물 인터넷 환경에서 새로운 사용자에게 보다 적합한 정보를 추천할 수 있다는 것을 보였다. 향후 연구 과제로, 음악 동호회 시나리오가 현실적으로 적용이 가능함을 보일 수 있도록 제약 조건을 제시하고, 이를 토대로 한 구현이 필요하다.

참고문헌

- [1] 최성찬, 류민우, 진남, 김재호, “사물인터넷 플랫폼 및 서비스 동향,” 한국통신학회, 한국통신학회지(정보와 통신), 제31권, 4호, 2014.3, pp. 20-27.
- [2] 신동희, 정재열, 강성현, “사물인터넷 동향과 전망,” 한국인터넷정보학회 인터넷정보학회지, 제14권, 2호, 2013.6, pp. 32-46.
- [3] 신동희, 정재열, 강성현, “사물인터넷 동향과 전망,” 인터넷정보학회지, 제14권, 2호, 2013. 6, pp. 32-46.
- [4] Ashton, Kevin. “That ‘Internet of Things’ Thing,” RFIJ Journal 22, 2009, pp. 97-114.
- [5] 주대영, 김종기, “초연결시대 사물인터넷(IoT)의 창조적 융합 활성화 방안,” 산업연구원(KiET) ISSUE PAPER, 2014-342, 2014.
- [6] ITU Internet Reports, The Internet of Things, November 2005.
- [7] 권준희, 김성림, “소셜사물인터넷(SIoT)에 대한 이해와 기술 동향,” 대한전자공학회, 전자공학회지, 제42권, 3호, 2015.3, pp.33-39.
- [8] Luigi Atzori, Antonio Iera, Giacomo Morabito and Michele Nitti, “The Social Internet of Things (SIoT) - When social networks meet the Internet of Things: Concept, architecture and network characterization,” The International Journal of Computer and Telecommunications Networking, Vol. 56, Issue 16, 2012, pp. 3594-3608.
- [9] Sarwar, Badrul; Karypis, George; Konstan, Joseph; Riedl, John, “Item-based collaborative filtering recommendation algorithms,” Proceedings of the 10th international conference on the World Wide Web (ACM), 2001, pp. 285-295.
- [10] 박종학, 조운호, 김재경, “사회연결망: 신규고객 추천문제의 새로운 접근법,” 지능정보연구, 제15권, 1호, 2009, pp. 123-140.
- [11] 김성림, 권준희, “사물인터넷 환경에서 소셜 네트워크를 기반으로 한 정보 추천 기법,” 디지털산업정보학회지, 제11권, 1호, 2015, pp. 47-57.
- [12] 손지은, 김성범, 김현중, 조성준, “추천 시스템 기법 연구동향 분석,” 대한산업공학회지, 제41권, 2호, 2015, pp. 185-208.
- [13] 광기영, 소셜 네트워크 분석, 청람, 2014.
- [14] 손동원, 사회 네트워크 분석, 경문사, 2008.
- [15] 표철식, “사물인터넷 기술 동향,” 한국전자과학기술 전자과학기술, 제25권, 4호, 2014.7, pp. 49-58.

- [16] 미래창조과학부, 사물인터넷기본 계획, 2014.
- [17] Luigi Atzori, Antonio Iera, Giacomo Morabito, "SIoT: Giving a Social Structure to the Internet of Things," IEEE Communications Letters, Vol. 15, No. 11, Nov. 2011, pp. 1193-1195.
- [18] Atzori, L. Iera, A. Morabito, G. "Making things socialize in the Internet - Does it help our lives?," Kaleidoscope 2011: The Fully Networked Human? - Innovations for Future Networks and Services (K-2011), Proceedings of ITU, pp. 1-8.
- [19] Michele Nitti, Roberto Girau, and Luigi Atzori, "Trustworthiness Management in the Social Internet of Things," IEEE Transactions on knowledge and data engineering, Vol. 26, No. 5, 2014, pp. 253-1266.

■ 저자소개 ■



권 준 희
(Kwon Joonhee)

2003년 3월~현재
경기대학교 컴퓨터과학과 교수
2002년 숙명여자대학교 컴퓨터학과
(이학박사)
1994년 숙명여자대학교 전산학과 (이학석사)
1992년 숙명여자대학교 전산학과(학사)

관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 상황인식 컴퓨팅,
소셜 네트워크 서비스, 모바일
컴퓨팅, 공간 데이터베이스
E-mail : kwonjh@kyonggi.ac.kr



김 성 립
(Kim Sungrim)

2004년 3월~현재
서일대학교 소프트웨어공학과 부교수
2002년 숙명여자대학교 컴퓨터학과 (이학박사)
1997년 숙명여자대학교 전산학과 (이학석사)
1994년 숙명여자대학교 전산학과 (이학사)

관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 웹 데이터베이스,
소셜 네트워크 서비스, 모바일
컴퓨팅
E-mail : srkim@seoil.ac.kr

논문접수일 : 2017년 02월 27일
수 정 일 : 2017년 03월 13일
게재확정일 : 2017년 03월 14일