

사물인터넷 환경에서 소셜 네트워크를 기반으로 한 정보 추천 기법*

김성림** · 권준희***

Recommendation Technique using Social Network in Internet of Things Environment

Kim Sungrim · Kwon Joonhee

〈Abstract〉

Recently, Internet of Things (IoT) have become popular for research and development in many areas. IoT makes a new intelligent network between things, between things and persons, and between persons themselves. Social network service technology is in its infancy, but, it has many benefits. Adjacent users in a social network tend to trust each other more than random pairs of users in the network. In this paper, we propose recommendation technique using social network in Internet of Things environment. We study previous researches about information recommendation, IoT, and social IoT. We proposed SIoT_P(Social IoT Prediction) using social relationships and item-based collaborative filtering. Also, we proposed SR(Social Relationship) using four social relationships (Ownership Object Relationship, Co-Location Object Relationship, Social Object Relationship, Parental Object Relationship). We describe a recommendation scenario using our proposed method.

Key Words : Social Internet of Things, Recommendation, Social Relationship, Social Network

I. 서론

인터넷을 기반으로 모든 사물이 연결되어 사람과 사물, 사물과 사물, 사물과 시스템 간에 정보를 상호 소통하고 작용하며, 정보가 생성·수집·공유·활용되는 지능형 서비스 인프라를 사물인터넷(Internet of Things : IoT)이라고 한다. 기존의 유선 및 모바일 인터넷보다 진화된 단계의 인터넷으로 각종 산업 분야

와 실생활에 이르기까지 다방면으로 영향을 미치고 있다 [1-2].

사물인터넷을 통해 사람과 사람, 사람과 사물, 사물과 사물 간의 통신과 상호작용, 그리고 정보 공유가 가능해지면서 시스템 스스로가 상황 판단이 가능해짐으로써 사람의 개입 없이 동작을 자율적으로 수행할 수 있게 된다 [3].

소셜 네트워크 서비스(Social Network Service : SNS)는 온라인상에서 공통의 관심사를 가진 사용자들 사이에 관계 설정을 지원하고, 축적된 관계를 통해 인맥 관리, 정보 공유 등 다양한 커뮤니티 활동을

* 본 논문은 2015년 서일대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행되었음

** 서일대학교 인터넷정보과 부교수(교신저자, 주저자)

*** 경기대학교 컴퓨터과학과 교수

할 수 있도록 하는 서비스를 말한다. 소셜 네트워크 서비스를 이용하여 사용자는 자신의 경험과 지식에 대한 콘텐츠를 작성하고 배포할 수 있고, 사용자들의 축적된 경험은 정보의 품질에 큰 영향을 미치며, 사용자들은 소셜 네트워크를 통해 추천 받은 정보를 보다 선호한다[45]. 소셜 네트워크 서비스는 단순한 인맥 형성 중심의 서비스를 벗어나 쇼핑, 게임, 검색 등의 서비스와 결합이 이루어지고 있다. 이에 따라, 최근 소셜 네트워크 서비스를 사용하는 사용자가 급격히 늘어나고 있다.

오랫동안 정보 추천에 대한 연구가 이루어져왔지만 사물인터넷 환경에서의 정보 추천 기법에 대한 연구는 아직까지 거의 이루어지지 않았다. 기존의 정보 추천 기법은 사물인터넷 환경을 고려하지 않았기 때문에, 사물인터넷 환경에서 사용자가 원하는 정보를 추천하기가 어렵다는 문제점이 있다.

본 논문에서는 사물인터넷 환경에서 소셜 네트워크를 기반으로 한 정보 추천 기법을 제안한다. 제안된 기법에서는 기존의 추천 기법에서는 고려하지 않았던 사물인터넷 환경에서의 사물간 소셜 네트워크를 고려한다. 제안 기법에서는 정보 추천 기법에서 가장 많이 사용하는 방법 중 하나인 아이템 기반 협업 필터링 기법의 예측 선호도를 사용하고, 소셜 사물인터넷에서의 소셜 관계를 이용하여 정보를 추천한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안하는 기법과 관련된 연구와 기술 동향을 살펴보고, 3장에서는 사물인터넷 환경에서 소셜 네트워크를 기반으로 한 정보 추천 기법을 제안하고 이를 시나리오를 통해 보인다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

2.1 정보 추천 기법

정보 추천 기법 중 가장 많이 사용하는 협업 필터링(Collaborative Filtering) 기법은 사용자의 특성과 관련된 정보를 검색하여 사용자에게 적합한 정보를 제공하는 방법으로 다양한 분야에서 활용되어져 왔다. 즉, 사용자가 선호하는 패턴과 유사한 다른 사용자의 선호도를 이용하여 사용자에게 관련된 정보를 제공하는 방법으로 크게 사용자 기반(user-based) 협업 필터링과 아이템 기반(item-based) 협업 필터링으로 나눌 수 있다[6].

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.

아이템 기반 협업 필터링 알고리즘[6]은 사용자가 선호도를 입력한 기존의 아이템들과 예측하고자 하는 아이템과의 유사도(similarity)를 계산하여 고객의 선호도를 예측하는 방법이다. 아이템 기반 협업 필터링 알고리즘에서 많이 사용되는 예측 선호도 계산 방법으로는 가중치 합(weighted sum)에 의한 방식이 있다. 가중치 합에 의한 아이템 기반 협업 필터링 알고리즘은 사용자 u 의 아이템 i 에 대해 예측 선호도 $P_{u,i}$ 를 식(1)을 이용하여 계산한다. 식(1)에서 S_j 는

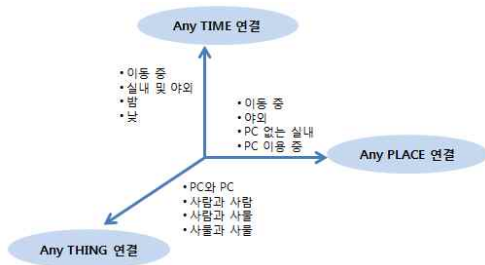
아이템 i 와 j 간의 유사도를 의미하며, $R_{u,j}$ 는 아이템 j 에 대한 사용자 u 의 선호도를 의미한다.

$$P_{u,i} = \frac{\sum \text{모든 유사아이템, } N(S_{i,N} \times R_{u,N})}{\sum \text{모든 유사아이템, } N(|S_{i,N}|)} \quad (1)$$

2.2 사물인터넷(IoT : Internet of Things)

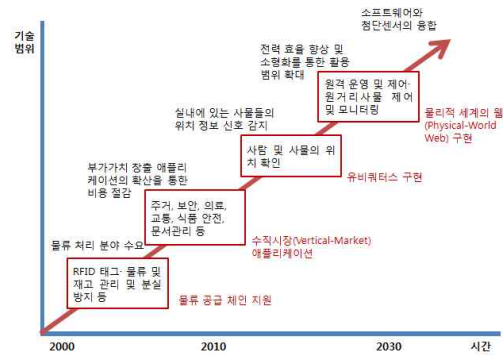
사물인터넷은 인터넷을 기반으로 모든 사물을 연결하여 사람과 사물, 사물과 사물, 사물과 시스템 등이 인터넷을 기반으로 연결되어 모든 것들에 대한 정보가 생성, 수집되고 공유 및 활용되는 것을 말한다. 사람과 사물, 서비스로 구분되는 요소를 바탕으로 사람이 사물의 정보를 수집하고 지시하는 것이 아니라 사물 스스로 정보를 해석하고 공유하고 활용하게 된다 [3].

사물인터넷에서는 <그림 1>과 같이 모든 사물들이 시간 제약, 장소 제약, 객체 제약 없이 연결될 수 있다 [7].



<그림 1> 사물인터넷 (ITU)

사물인터넷의 기술 발전 로드맵은 <그림 2>와 같다. 사물인터넷은 RFID에서 출발해 센서를 활용하는 기술로 발전하여 향후에는 사람 및 모든 사물들의 위치 정보가 네트워크에 연결됨으로써 상호간의 모니터링과 제어가 가능한 방향으로 발전할 것으로 예측된다 [8].



<그림 2> 사물인터넷의 기술발전 로드맵
자료 : "주요국의 사물인터넷(IoT) 정책동향"에서 재인용.

사물인터넷의 대표적인 서비스는 기업간(B2B) 서비스에서 시작하여 최근에는 일반 소비자형(B2C) 서비스로 발전해왔는데 RFID 방식의 교통카드, 편의점에서 가격 정보를 읽는 바코드, 택배 배송 추적, ATM 기기, 내비게이션 등과 산업현장에서 가로등 원격 제교량·댐 안전관리, 공장·설비 관리 등 다양한 분야에서 사용되고 있다. 대표적인 사물인터넷 서비스 유형은 <표 1>과 같다 [9].

<표 1> 사물인터넷의 대표적 서비스 유형

| | 적용 분야 |
|----------|---|
| 위치 추적 | 위치 추적 시스템을 통한 사물 및 사람 추적, 주문 관리, 물류 추적, 친구 찾기 등 |
| 자동차 | - 차량 제어, 자동비상 콜, 차량 도난 방지, 운임 지불 등의 텔레매틱스 - 차량 관리, 차량 및 운전자 안전, 내비게이션, 교통 정보, 통행료, 주행거리 연계보험, 원격 차량 진단 등 - ITS, 커넥트 카, 운전자 없는 주행, 신호등 시스템 등 - 고속버스 차량관계 사업, 콜택시 사업, 시내버스 관계 및 도착 안내 사업 등 |
| 원격관리 제어 | - 가스, 물, 전기 등 사용량의 원격 검침 - 고객 관리, 수요관리, 실시간 과금 - 산업자동화, 센서, 조명, 펌프, 자판기제어 등 |
| 물류/유통/금융 | 물류관리 시스템, ATM의 금융시스템, POS 시스템, 카드사의 휴대폰 결제 솔루션, 택배 서비스나 배달 서비스 등 |

| | |
|---------|--|
| 보안/공공안전 | 무선보안 시스템, CCTV보안, 감시 시스템, 빌딩 관리, 자연재해 모니터링 등 |
| 의료 | 혈압, 당뇨 등 개인건강 체크솔루션, u-헬스, 생체신호 모니터링, 노약자 및 장애인 지원, 원격의료 등 |
| 자산 관리 | 자동판매기, 복사기, 디스플레이 기기에 대한 원격 관리 |
| 가전 | 디지털 액자, 디지털 카메라, 전자책, 가정관리 허브 등 |
| 원격유지보수 | 교량, 빌딩 등 유지 모니터링 등 |
| 환경 감시 | 대기오염 모니터링, 하천오염도 측정, 해수측정 등 |
| 기상청 | 기상 관측, 예보, 유관기관 정보 제공 |
| 보호관찰소 | 관찰대상자 위치 확인, 전자발찌 부착 감시 등 |

2.3 소셜 사물인터넷(SIoT: Social Internet of Things)

소셜 사물인터넷은 최근에 연구가 시작된 분야로 소셜 네트워크 서비스와 사물인터넷이 융합된 것이다[10-12].

사물인터넷은 컨텍스트 인식, 정보 처리, 사물과 사물의 융합, 그리고 사물과 사람의 융합 등에 관한 새로운 패러다임을 만들고 있다. 스마트 모바일 기기를 가진 사람들 간의 상호 작용과 커뮤니케이션은 사물인터넷에서 새로운 트렌드가 되고 있고 있고, 모바일, 클라우드, 빅데이터 등 다른 IT 기술과 연계를 한다[13].

소셜 사물인터넷에서는 사람간의 소셜 관계뿐만 아니라 사물과 사물, 사물과 그 소유자간에도 소셜 관계가 있다. 예를 들어, 어떤 한 사람이 맥(Mac) 컴퓨터를 구입하였는데 다른 기기와의 연동을 위한 세팅을 하는 데 어려움이 있다. 이때 같은 공간에 있는 다른 맥 컴퓨터는 이미 세팅이 다 되어있다면 새로 구입한 맥 컴퓨터가 소셜 관계를 이용하여 설치가 완료된 맥 컴퓨터와 통신하여 세팅을 할 수 있게 된다 [10].

소셜 사물인터넷에서 사물간 관계가 이루어지는 소셜 관계의 유형은 5가지로 크게 구분해서 볼 수 있다. 동일한 소유자에 속한 객체들의 관계를 의미하는 객체 소유자 관계(OOR, Ownership Object Relationship), 같은 장소에 있는 사물간의 관계를 의미하는 객체 위치 관계(CLOR, Co-Location Object Relationship), 하나의 일을 하는데 관련되는 객체들간의 관계를 의미하는 객체 협업 관계(CWOR, Co-Work Object Relationship), 사물 소유자간의 친밀도를 의미하는 객체 소셜 관계(SOR, Social Object Relationship), 동일한 제작사에 의해 동일한 기간에 생산된 객체들간의 관계를 의미하는 동질성을 가지는 사물들간의 관계로 객체 부모 관계(POR, Parental Object Relationship)가 있다[10, 14].

소셜 사물인터넷에서 소셜 관계를 이용한 사물 추천 기법이 있다 [15]. 이 추천 기법에서는 사물인터넷에서의 소셜 관계를 이용한 사물간 친밀도인 $SIoT_FW$ (Social IoT Friendship Weight)를 식(2)와 같이 제안하였다. 사물 i 와 사물 j 의 친밀도 $SIoT_FW_{ij}$ 는 사물 i 와 사물 j 간 정적 친밀도 $SIoT_SFW_{ij}$ 와 동적 친밀도 $SIoT_DFW_{ij}$ 로 구성된다. 각 친밀도는 어플리케이션 성격에 맞도록 α 값에 의해 조절할 수 있다.

$$SIoT_FW_{ij} = \alpha \times SIoT_SFW_{ij} + (1 - \alpha) \times SIoT_DFW_{ij} \quad (0 \leq \alpha \leq 1) \quad (2)$$

$SIoT_SFW_{ij}$ 는 소셜 관계들 중 정적 친밀도에 관련된 관계 친밀도를 의미한다. 소셜 관계 중에서 정적 친밀도와 관련된 관계로는 객체 소셜 관계와 객체 소유자 관계가 있다. 이 중, 객체 소셜 관계는 각 사물의 소유자들간 정적 친밀도와 동적 친밀도가 모두 존재하며, $SIoT_SFW_{ij}$ 는 다음과 같이 객체 소셜 관계인 사물 i 와 사물 j 의 소유자들간 정적 친밀도 $owner_SFW_{ij}$ 와 객체 소유자 관계 OOR_{ij} 로 구성된다.

$$SIoT_SFW_{ij} = \beta \times owner_SFW_{ij} + (1 - \beta) \times OOR_{ij} \quad (0 \leq \beta \leq 1)$$

$SIoT_DFW_{ij}$ 는 소셜 관계들 중 동적 친밀도에 관련된 관계 친밀도를 의미한다. 동적 친밀도와 관련된 소셜 관계로는 객체 소셜 관계와 객체 위치 관계를 사용한다. $SIoT_DFW_{ij}$ 는 사물 i 와 사물 j 간 동적 친밀도로서 다음과 같이 객체 소셜 관계 중 동적 친밀도 요소인 소유자 동적 친밀도 $owner_DFW_{ij}$ 와 객체 위치 관계 $CLOR_{ij}$ 로 구성된다.

$$SIoT_DFW_{ij} = \delta \times owner_DFW_{ij} + (1 - \delta) \times CLOR_{ij} \quad (0 \leq \delta \leq 1)$$

사물 i 와 사물 j 의 객체 소유자 관계 OOR_{ij} 는 동일한 소유자에게 속한 사물간의 관계를 의미하는데 객체 소유자 관계를 이용한 친밀도 요소 값은 식 (3)과 같다.

$$OOR_{ij} = \begin{cases} 1, & i \text{의 소유자와 } j \text{의 소유자가 같을때} \\ 0, & i \text{의 소유자와 } j \text{의 소유자가 다를때} \end{cases} \quad (3)$$

같은 장소에 있는 사물간의 관계를 의미하는 사물 i 와 사물 j 의 객체 위치 관계 $CLOR_{ij}$ 의 식은 식(4)와 같다. $distance_{max}$ 는 위치 관계로 허용되는 사물간 최대 거리를 의미하며, $distance_{ij}$ 는 사물 i 와 사물 j 간 거리를 뜻한다. 즉, 사물 i 와 사물 j 간 거리가 가까울수록 $CLOR_{ij}$ 의 값은 커진다.

$$CLOR_{ij} = \frac{distance_{max} - distance_{ij}}{distance_{max}} \quad (4)$$

III. 사물인터넷 환경에서 소셜 네트워크 기반 정보 추천 기법

3.1 추천 기법

본 절에서는 사물인터넷 환경에서 소셜 네트워크를 기반으로 한 정보 추천 기법을 제안한다. 사물인터넷 환경에서 기존의 정보 추천 기법을 그대로 사용하면, 사물인터넷의 특성을 반영하지 못해 원하는 결과를 얻기가 어렵다는 문제점이 있다. 이를 위해 기존의 정보 추천 기법에 [10, 14]에서 제안된 소셜 사물인터넷에서의 소셜 관계를 적용한 새로운 정보 추천 기법을 제안한다.

본 논문에서는 사물인터넷 환경에서 소셜 네트워크를 기반으로 한 예측 선호도 $SIoT_P$ 를 제안한다. 제안된 $SIoT_P$ 에서는 기존의 정보 추천 기법과 다르게 사물인터넷 환경을 고려하기 위해 다음과 같은 두 가지 방법을 사용한다. 첫째, 기존의 정보 추천 기법에서 좋은 성능을 보인 전통적인 정보 추천 기법을 적용한다. 이를 위해, 기존의 정보 추천 기법에서 가장 널리 사용되는 기법 중 하나인 아이템 기반 협업 필터링 기법의 예측 선호도를 사용한다. 둘째, 기존의 정보 추천 기법으로는 반영되지 못하는 사물인터넷 환경 특성을 반영한다. 이를 반영하기 위해서 소셜 사물인터넷에서의 소셜 관계를 이용한 소셜 관계값을 제안한다.

식(5)는 사물 i 에 대해 소셜 관계를 고려한 사물 j 의 아이템 k 에 대한 예측 선호도 $SIoT_P(i, j, k)$ 의 계산식이다. $SIoT_P$ 는 예측 선호도 P 와 소셜 관계값 SR 로 구성된다.

$$SIoT_P(i, j, k) = SR_{ij} \times P(owner_i, k_j) \quad (5)$$

$P(owner_i, k_j)$ 는 사물 i 의 소유자 $owner_i$ 의, 사물 j 에

속한 아이템 k 에 대한 예측 선호도이다. 여기서 $P(owner_i, k_j)$ 는 아이템 기반 협업 필터링 알고리즘[6]의 가중치 합에 의한 예측 선호도를 사용한다.

그러나, 기존의 추천 기법에서 사용하는 예측 선호도만으로는 사물인터넷 환경에서의 특성을 반영하지 못한다. 이에 따라 본 논문에서는 사물인터넷 환경에서 사물간 소셜 관계를 고려한 소셜 관계값 SR 을 제안한다. SR_{ij} 는 사물 i 와 사물 j 의 소셜 관계를 고려한 소셜 관계값을 의미한다.

식(6)은 사물 i 와 사물 j 의 소셜 관계값 SR_{ij} 에 대한 계산식이다. 사물간 소셜 관계는 [10, 14]에서 제안된 소셜 사물인터넷에서의 소셜 관계인 객체 소셜 관계, 객체 위치 관계, 객체 소유자 관계, 그리고 객체 부모 관계를 이용한다.

$$SR_{ij} = SOR_{ij} \times CLOR_{ij} \times EOOR_{ij} \times POR_{ij} \quad (6)$$

식(7)은 사물 i 와 사물 j 간의 객체 소셜 관계값 SOR_{ij} 를 보인다. 객체 소셜 관계는 사물 소유자간의 친밀도를 의미한다. 본 논문에서는 [15]에서 사용된 사물 i 와 사물 j 의 소유자 정적 친밀도 $owner_SF_{ij}$ 와 소유자 동적 친밀도 $owner_DF_{ij}$ 를 사용한다. 각 친밀도는 a 값에 의해 조절할 수 있다.

$$SOR_{ij} = \alpha \times owner_SF_{ij} + (1 - \alpha) \times owner_DF_{ij} \quad (0 \leq \alpha \leq 1) \quad (7)$$

$CLOR_{ij}$ 는 사물 i 와 사물 j 간의 객체 위치 관계값을 의미하며, [15]에서 사용된 식(4)를 사용한다.

소셜 관계값의 요소 중 하나로 사용되는 객체 소유자 관계는 식(8)과 같다. 식(4)는 사물 i 와 사물 j 의 객체 소유자 관계 $EOOR_{ij}$ 이다. 객체 소유자 관계는 기존 논문 [15]의 식(3)에서 보이는 OOR_{ij} 를 확장하여 사용한다. 기존의 OOR_{ij} 는 0과 1값으로 고정되어 있

어, 정보 추천에 반영되는 요소값을 다양하게 하기가 어렵다는 문제점을 가진다. 이를 위해, 본 논문에서는 0과 1이라는 상수를 변수로 확장하였다. 이 때, 각 변수값은 어플리케이션의 성격에 따라 정하는 것으로 한다.

$$EOOR_{ij} = \begin{cases} \beta, & i \text{의 소유자와 } j \text{의 소유자가 같을 때} \\ \gamma, & i \text{의 소유자와 } j \text{의 소유자가 다를 때} \end{cases} \quad \beta \geq \gamma, 0 \leq \beta \leq 1, 0 \leq \gamma \leq 1 \quad (8)$$

POR_{ij} 는 사물 i 와 사물 j 간의 객체 부모 관계로, 사물들간의 호환 가능 관계를 의미한다. POR_{ij} 에 대한 계산식은 식(9)와 같다. 즉, 사물들이 서로 호환 가능하지 않은 경우에는 정보 추천이 불가능하기 때문에 POR 의 값은 0이고, 그렇지 않은 경우에 POR 의 값은 1이다.

$$POR_{ij} = \begin{cases} 1, & i \text{와 } j \text{가 호환가능할 때} \\ 0, & i \text{와 } j \text{가 호환불가능할 때} \end{cases} \quad (9)$$

3.2 시나리오

본 절에서는 사물인터넷 환경에서 소셜 네트워크를 기반으로 하여 적합한 음악을 추천하는 음악 정보 추천 시나리오를 설명한다.

집에서 휴식을 하고 있던 '나'는 현재 휴대하고 있는 기기에 듣고 싶은 음악이 없다는 것을 알게 된다. 이에 따라, 집에 있는 다른 기기들에 저장된 음악들 중 '나'에게 적합한 음악들을 자동 추천받으려 한다. 이제 '나'는 추천받은 음악들 중 듣고 싶은 음악을 선택하여 블루투스 통신으로 내가 휴대한 기기를 통해 원하는 음악을 듣게 된다.

<그림 3>은 '나'와 기기들의 배치도와 각 기기들에 대한 소유자들을 보여준다.



<그림 3> 기기 배치도

<표 2>는 내가 현재 휴대하고 있지 않은 기기들에 대한 추천 후보 정보를 보여준다. 각 기기에 저장되어 있는 음악, 해당 음악이 저장되어 있는 기기 소유자, 그리고 내가 휴대하고 있는 기기와 다른 기기간의 소셜 관계값을 보인다.

<표 2> 유스케이스와 시스템 인터페이스 간의 매핑

| 음악 | 소유자 | SOR | CLOR | EOOR | POR |
|-----------|-----|------|------|------|-----|
| 가리워진 길 | 아빠 | 0.21 | 0 | 0.5 | 1 |
| 강남스타일 | 나 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 광화문에서 | 나 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 그중에그대를만나 | 아빠 | 0.21 | 0 | 0.5 | 1 |
| 내나이가어때서 | 아빠 | 0.21 | 0 | 0.5 | 1 |
| 너에게로 또 다시 | 아빠 | 0.21 | 0 | 0.5 | 1 |
| 너의 의미 | 엄마 | 0.43 | 1 | 0.5 | 1 |
| 마법의 성 | 엄마 | 0.43 | 1 | 0.5 | 1 |
| 사랑의배터리 | 동생 | 0.62 | 1 | 0.5 | 1 |
| 사랑이지나가면 | 나 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 샤방샤방 | 오빠 | 0.85 | 1 | 0.5 | 1 |
| 서른 즈음에 | 나 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 소격동 | 오빠 | 0.85 | 1 | 0.5 | 1 |
| 슬픈인연 | 동생 | 0.62 | 1 | 0.5 | 1 |
| 애모 | 아빠 | 0.21 | 0 | 0.5 | 1 |
| 으르렁 | 엄마 | 0.43 | 1 | 0.5 | 1 |
| 이별여행 | 동생 | 0.62 | 1 | 0.5 | 1 |
| 천일동안 | 오빠 | 0.85 | 1 | 0.5 | 1 |
| 편지 | 엄마 | 0.43 | 1 | 0.5 | 1 |
| 너에게 | 오빠 | 0.85 | 1 | 0.5 | 1 |

<표 2>에서 객체 소셜 관계값 SOR 은 기기 소유자간 친밀도를 의미한다. 소유자별 SOR 값을 내림차순으로 정렬하면 '나', '오빠', '동생', '엄마', '아빠' 순으로 정렬된다. 이 중, '나'의 기기는 소유자가 서로 동일한 '나'이므로 SOR 값은 최대값인 1을 가진다.

객체 위치 관계값 $CLOR$ 은 0과 1 값 중 한 개의 값을 가진다. 이는 본 시나리오에서, 기기들간 블루투스 통신을 사용한다고 가정하였기 때문이다. 블루투스 통신은 최대 전송거리 이내에 있으면 통신이 이루어지는 방식이다[16]. 본 시나리오에서는 '아빠'가 소유한 기기와 내 현재 위치간 거리가 블루투스의 최대 전송 거리를 넘어선 위치에 있는 것으로 가정한다. 따라서, '아빠'가 소유한 기기의 $CLOR$ 값은 0이며 그 이외의 기기들의 $CLOR$ 값은 1이 된다.

객체 소유자 관계값 $EOOR$ 은 기기들의 소유자가 같을 때는 1을, 기기들의 소유자가 다를 때는 0.5을 가지는 것으로 한다. 이에 따라 소유자가 '나'인 기기는 1이고, 그 이외의 기기의 $EOOR$ 값은 모두 0.5이다.

객체 부모 관계값 POR 은 동질성을 가지는 기기들간의 관계라는 측면에서 기기들간의 호환 가능 관계를 의미한다. 본 시나리오에서는 이를 기기간 블루투스의 버전 차이에 따른 호환 여부로 본다. 즉, 내가 휴대한 기기의 블루투스 버전이 다른 기기간 블루투스의 버전이 동일하면 호환이 가능하므로 POR 값은 1이고, 그렇지 않으면 0으로 하는 것으로 한다. 본 시나리오에서는 내가 휴대한 기기의 블루투스 버전이 호환이 가능하지 않아 0이 되었다.

<표 3>은 추천 후보 정보들의 예측 선호도값을 보인다. P 는 '나'와 내가 휴대하고 있지 않은 다른 기기들에 속한 음악들에 대한 예측 선호도값을 의미한다. SR 은 내가 휴대한 기기와 다른 기기간 소셜 관계를 고려한 소셜 관계값을 의미한다. SR 값은 식(2)에 의해 <표 2>에서의 SOR 값, $CLOR$ 값, $EOOR$ 값, POR 값

<표 3> 추천 후보 정보들의 예측 선호도

| 음악 | 소유자 | P | SR | SIOT_P |
|-----------|-----|------|------|--------|
| 가리워진 길 | 아빠 | 3.19 | 0.00 | 0.00 |
| 강남스타일 | 나 | 1.43 | 0.00 | 0.00 |
| 광화문에서 | 나 | 3.26 | 0.00 | 0.00 |
| 그중에그대를만나 | 아빠 | 3.77 | 0.00 | 0.00 |
| 내나이가어때서 | 아빠 | 1.97 | 0.00 | 0.00 |
| 너에게로 또 다시 | 아빠 | 3.95 | 0.00 | 0.00 |
| 너의 의미 | 엄마 | 3.89 | 0.22 | 0.84 |
| 마법의 성 | 엄마 | 2.48 | 0.22 | 0.53 |
| 사랑의배터리 | 동생 | 1.84 | 0.31 | 0.57 |
| 사랑이 지나가면 | 나 | 3.86 | 0.00 | 0.00 |
| 사방사방 | 오빠 | 1.78 | 0.43 | 0.76 |
| 서른 즈음에 | 나 | 2.32 | 0.00 | 0.00 |
| 소격동 | 오빠 | 3.28 | 0.43 | 1.39 |
| 슬픈인연 | 동생 | 3.81 | 0.31 | 1.18 |
| 애모 | 아빠 | 1.49 | 0.00 | 0.00 |
| 으르렁 | 엄마 | 1.58 | 0.22 | 0.34 |
| 이별여행 | 동생 | 2.66 | 0.31 | 0.82 |
| 천일동안 | 오빠 | 2.96 | 0.43 | 1.26 |
| 편지 | 엄마 | 3.14 | 0.22 | 0.68 |
| 너에게 | 오빠 | 2.21 | 0.43 | 0.94 |

을 이용하여 계산된다. $SIOT_P$ 는 '나'와 내가 휴대하고 있지 않은 다른 기기들에 속한 음악들에 대해 소셜 관계를 고려한 예측 선호도값을 의미한다. $SIOT_P$ 값은 식(5)에 의해 계산된 결과이다.

<표 4>와 <표 5>는 추천 후보 정보로부터 기존의 추천 기법을 사용한 추천 결과와, 제안 기법을 사용한 추천 결과를 비교하여 보여준다. 추천 결과는 추천 후보 정보 중에서 상위 5개의 결과를 보인다.

<표 4>는 기존의 추천 기법인 협업 필터링 기법의 예측 선호도 P 값이 큰 상위 5개의 음악만을 <표 3>으로부터 추출하여 보여준다. 추천 결과는 예측 선호도 값을 내림차순으로 정렬하여 나타내었다. 해당 결과에서는 '아빠'가 소유한 기기에 저장되어 있는 음악이 추천 결과 중에서 가장 상위에 추천되고 있으며,

상위 5개의 추천 음악 중에서 많은 수의 음악이 추천되고 있음을 알 수 있다. 그 외에도, '나'의 또 다른 기기에 저장된 음악이 상위로 추천되고 있음을 볼 수 있다.

<표 4> 기존 기법을 이용한 Top-5 추천 음악

| 음악 | 소유자 | SIOT_P |
|-----------|-----|--------|
| 너에게로 또 다시 | 아빠 | 3.95 |
| 너의 의미 | 엄마 | 3.89 |
| 사랑이 지나가면 | 나 | 3.86 |
| 슬픈인연 | 동생 | 3.81 |
| 그중에그대를만나 | 아빠 | 3.77 |

<표 5>는 본 논문에서 제안한 소셜 관계를 고려한 예측 선호도 $SIOT_P$ 값을 기준으로 내림차순으로 정렬된 상위 5개의 추천 결과이다.

<표 5> 제안 기법을 이용한 Top-5 추천 음악

| 음악 | 소유자 | SIOT_P |
|-------|-----|--------|
| 소격동 | 오빠 | 1.39 |
| 천일동안 | 오빠 | 1.26 |
| 슬픈인연 | 동생 | 1.18 |
| 너에게 | 오빠 | 0.94 |
| 너의 의미 | 엄마 | 0.84 |

<표 5>를 <표 4>와 비교해보면 다음과 같은 차이점을 알 수 있다. 첫째, 제안 기법에서는 <표 4>에서 상위로 추출되었던 '아빠'와 '나'의 기기에 저장된 음악이 추천되지 않는 것을 볼 수 있다. 둘째, <표 4>에서는 추천되지 않았던 '오빠'의 기기에 저장된 음악이 <표 5>에서는 많이 추천되었다.

'아빠'가 소유한 기기의 경우, 객체 위치 관계값 $CLOR$ 값이 0이고 이로 인해 소셜 관계값 SR 값이 0이 된다. 이에 따라, P 값이 크더라도 $SIOT_P$ 값이 0으로 추천 대상에서 제외되었다. 즉, '아빠'가 소유한 기기의 위치는 내가 휴대한 기기와는 음악 재생이 불가능

한 위치 관계에 있다. 따라서, 음악의 예측 선호도값이 크더라도, 내가 휴대한 기기로는 음악을 들을 수 없어 추천 대상에서 제외되었다.

소유자가 '나'인 기기의 경우 객체 부모 관계값 FOR 값이 0이고, 이에 따라 $Slot_P$ 값이 0이 되어 '나'의 기기에 저장된 음악은 추천되지 않는다. 소유자가 '나'인 기기는, 음악을 청취할 기기와는 호환이 가능하지 않아 음악을 들을 수 없다. 이로 인해, 소유자가 '나'인 기기에 저장된 음악은 선호도값에 관계 없이 추천되지 않는다.

'오빠'가 소유한 기기에 저장된 음악의 경우에는, '오빠'의 기기의 소셜 관계값 SR 값은 0.43으로 다소 큰 값을 가진다. 이에 따라, '오빠'의 기기에 저장된 음악 중 P 값이 큰 '소격동', '천일동안', '너에게'가 SR 값의 영향으로 추천 순위가 높아지게 되었다. 제안 기법에서는 기존 기법과는 달리 단순히 선호하는 음악만을 고려하여 추천하지 않는다. 즉, 선호도 이외에도 나의 휴대 기기를 통해 음악을 보다 잘 들을 수 있는 소셜 관계에 있는 기기에 저장된 음악인지 여부를 함께 고려하고 있음을 알 수 있다.

제안 기법을 사용하게 되면, 사물인터넷 환경을 고려하지 않은 기존의 추천 기법에 비해 다음과 같은 측면에서 추천 결과가 향상된다. 첫째, 사물인터넷 환경에서의 기기간 소셜 네트워크 관계를 고려하여 더 좋은 추천 결과를 보인다. 본 시나리오의 경우에는 객체 위치 관계값과 객체 부모 관계값이 작아 내가 휴대한 기기로는 음악을 들을 수 없는 '아빠'와 '나'의 기기에 저장된 음악은 추천하지 않는다. 이에 비해, 기존 기법의 경우에는 음악을 들을 수 없는 기기에 저장된 음악들도 상위로 추천하고 있는 것을 볼 수 있다. 이는 기존 기법의 경우에는 사물인터넷 환경에서의 기기간 소셜 관계를 고려하지 못했기 때문이다.

둘째, 기존 추천 기법을 융합하여 사용하고 있어, 정보 추천에 있어 좋은 성능을 보이는 기존 추천 기

법의 장점을 그대로 사용할 수 있다. 본 시나리오에서는, 소셜 관계값이 큰 '오빠'가 소유한 기기에 저장된 음악들 중에서도 기존 추천 기법에서 큰 값을 보이는 음악만이 추천되고 있다. 또한, '동생'의 기기에 저장된 '슬픈인연'과 '엄마'의 기기에 저장된 '너의 의미'는 <표 4>와 <표 5>에서 모두 상위로 추천되고 있음을 볼 수 있다.

IV. 결론

정보 추천 기법에 대한 연구는 그동안 오랫동안 이루어져 왔다. 그러나, 사물인터넷 환경에서의 정보 추천 기법에 대한 연구는 아직까지 거의 이루어지지 않았다. 기존의 정보 추천 기법은 사물인터넷 환경을 고려하지 않았기 때문에, 사물인터넷 환경에서 좋은 추천 결과를 보이기 어렵다는 문제점이 있다.

본 논문에서는 사물인터넷 환경에서 소셜 네트워크를 기반으로 한 정보 추천 기법을 제안한다. 제안된 기법에서는 기존의 추천 기법에서는 고려하지 않았던 사물인터넷 환경에서의 사물간 소셜 네트워크를 고려한다.

제안된 기법에서는 기존의 전통적인 추천 기법에 사물인터넷 환경에서의 사물간 소셜 관계라는 특성을 이용하였다. 이를 위해 기존의 추천 기법에서 사용하는 예측 선호도에 소셜 관계를 융합한 새로운 예측 선호도를 제안하였다.

또한, 제안된 기법을 음악 추천 시나리오에 적용하여 설명하였다. 이를 통해 사물인터넷 환경에서 기존의 추천 기법에 비해 제안된 기법이 더 좋은 추천 결과가 나타나는 것을 보였다.

향후 연구 과제로, 본 논문에서 제안한 추천 기법의 계산식들을 발전시켜야 할 필요가 있다. 즉, 어플리케이션의 성격에 따라 결정되는 변수의 값들이 주

관적인 휴리스틱 정보만을 이용하고 있으므로, 이를 보다 정형화할 수 있도록 개선하는 것이 필요하다.

참고문헌

- [1] 최성찬, 류민우, 진남, 김재호, “사물인터넷 플랫폼 및 서비스 동향,” 한국통신학회, 한국통신학회지(정보와 통신), 31권, 4호, 2014.3, pp. 20-27.
- [2] 신동희, 정재열, 강성현, “사물인터넷 동향과 전망,” 한국인터넷정보학회, 인터넷정보학회지, 14권, 2호, 2013.6, pp. 32-46.
- [3] 김도현, “IoT 상황인식 기술 동향,” 한국전자과학기술 전자과기술, 24권 4호, 2013.7, pp. 20-26.
- [4] 북경수, 유재수, “소셜 네트워크 서비스 플랫폼 분석,” 한국스마트미디어 학회지, 1권, 2호, 2012, pp. 50-62.
- [5] 손중수, 정인정, “소셜 네트워크 기반의 콘텐츠 추천 방법,” 정보처리학회논문지 Part B, 18B권, 5호, 2011, pp. 279-290.
- [6] 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): pp. 285-295, 2001.
- [7] Internet of Things, 2005, ITU
- [8] 민경식, “주요국의 사물인터넷(IoT) 정책동향,” 정보통신산업진흥원(NIPA), 2012년 9월, pp. 1-13.
- [9] 주대영, 김종기, “초연결시대 사물인터넷(IoT)의 창조적 융합 활성화 방안,” 산업연구원, 2014.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] Jian An, XiaolinGui, Wendong Zhang, Jinhua Jiang and Jianwei Yang, “Research on social relations cognitive model of mobile nodes in Internet of Things,” Journal of Network and Computer Applications 36(2013), pp. 799-810.
- [14] 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.
- [15] 김성립, 권준희, “소셜 사물인터넷에서 소셜 관계를 이용한 사물 추천 기법,” 디지털산업정보학회 논문지, 제 10권 3호, 2014, pp. 49-59.
- [16] Bluetooth, <http://www.bluetooth.com>

■ 저자소개 ■



김 성 립
Kim Sungrim

2004년 3월~현재
서일대학 인터넷정보과 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



권 준 희
Kwon Joonhee

2003년 3월~현재
경기대학교 컴퓨터학과 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

논문접수일: 2015년 2월 21일
수 정 일: 2015년 3월 5일
게재확정일: 2015년 3월 9일