

스마트 홈에서 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용한 추천

Recommendation using Context Awareness based Information Filtering in Smart Home

정경용

상지대학교 컴퓨터정보공학부

Kyung-Yong Chung(kyjung@sangji.ac.kr)

요약

스마트 홈 환경에서는 물리적인 환경, 상황 등을 시스템이 인식하고 있다. 그리고 상호 작용을 지원하는 개인화 서비스에 중점을 두고 있다. 본 논문에서는 스마트 홈에서 메타 데이터는 물론 상황인식을 동적으로 반영하는 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용한 추천을 제안하였다. 제안된 방법에서는 상황정보를 정의하였고 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용하여 사용자의 취향에 적합한 서비스를 추천하였다. 따라서 분산 처리 및 서비스 이동성을 지원하여 효율적인 추천에 대한 사용자의 만족도와 서비스의 질을 향상시켰다. 제안한 방법을 OSGi 프레임워크에서 MovieLens 데이터에 적용하여 성능 평가를 하여, 기존 연구와 성능을 비교 평가하였다.

■ 중심어 : | 상황인식 | 정보 검색 | 스마트 홈 | 정보 필터링 | 추천 |

Abstract

The smart home environment focuses on recognizing the context and physical entities. And this is mainly focused on the personalized service supplied conversational interactions. In this paper, we proposed the recommendation using the context awareness based information filtering that dynamically applied by the context awareness as well as the meta data in the smart home. The proposed method defined the context information and recommended the profited service for the user's taste using the context awareness based information filtering. Accordingly, the satisfaction of users and the quality of services will be improved the efficient recommendation by supporting the distributed processing as well as the mobility of services. Finally, to evaluate the performance of the proposed method, this study applies to MovieLens dataset in the OSGi framework, and it is compared with the performance of previous studies.

■ keyword : | Context Awareness | Information Retrieval | Smart Home | Information Filtering | Recommendation |

I. 서론

통신 및 컴퓨터 산업이 발전함에 따라 시스템은 인간

생활의 편리성과 다양성을 위해 하나의 통합적인 네트워크에 연결되어 있다. 시스템이 상호간에 정보를 공유하고 협력함으로써 개인화 서비스가 가능한 유비쿼터

* 이 논문은 2007년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2007-331-D00418).

접수번호 : #080515-001

접수일자 : 2008년 05월 15일

심사완료일 : 2008년 07월 07일

교신저자 : 정경용, e-mail : kyjung@sangji.ac.kr

스 컴퓨팅 환경으로 발전되고 있다[1][2]. 스마트 홈은 전화, 전력, Bluetooth, 무선 LAN, HomeRF, Zigbee 등의 물리적인 유무선 네트워크를 기반으로 가정 내의 센서 및 제품들이 서로 연결되어 서비스 제공이 가능하다[3][4]. 고도화된 서비스를 제공하기 위해서는 적응적이며 지능적인 유비쿼터스 컴퓨팅으로 변화를 지원할 수 있는 상황인지 기술이 필요하다. 상황에 따라 적절한 정보를 제공하는 정보 과학과 생명 과학에 대한 통합적인 연구가 필수적이다. 기존의 정보 필터링을 이용하는 지능형 추천 시스템은 원하는 정보를 추천하기 위해 아이템의 내용과 사용자 정보간의 유사도를 측정하여 정보를 제공하고 있다. 이는 제한적이고 정적인 정보만을 고려하여 필터링하기 때문에 사용자에게 신뢰도를 주지 못한다[5]. 따라서 스마트 홈에서 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용한 추천을 제안하였다.

본 논문의 구성은 2장에서는 스마트 홈 산업 관련 현황과 정보 필터링에 대해서 기술하고 3장에서는 제안하는 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용한 추천에 대해서 기술한다. 4장에서는 성능 평가를 기술하고 5장에서는 결론과 향후 연구에 대해서 기술한다.

II. 관련연구

1. 스마트 홈 관련 현황

스마트 홈은 유무선 네트워크를 기반으로 가정 내의 다양한 가전기기 및 센서로 구성을 통해 다양한 서비스의 제공이 가능한 환경을 의미한다. 언제 어디서나 안전하고 자동화 서비스의 제공이 가능하며 집안 전체의 관리가 가능한 환경을 의미한다[3]. 국외의 상황인지 스마트 홈의 적용 사례를 살펴보면 MIT 미디어 연구소 프로젝트, Aware Home 프로젝트, Microsoft의 Easy Living, 뉴럴 네트워크 홈 프로젝트, Future Home 프로젝트 등이 있다. MIT 미디어 연구소[6]는 상황인지 컴퓨팅, 반응하는 환경, 나노센싱 등의 프로젝트를 진행하고 있고 조지아 공대의 Aware Home 프로젝트는 상황 정보를 통해 사용자가 필요한 서비스를 선택하여 사용자를 돕는 것을 목표로 하고 실제로 적용하기 위해 주

거용 실험 건축물을 이용하여 개발하고 있다. Microsoft의 Easy Living[7]에서는 사용자 위치 감지 및 인증에 대해 연구를 진행하고 있고 뉴럴 네트워크 홈 프로젝트[8]에서는 인공 신경망을 통한 전등조절, 공기조절 등의 서비스에 관한 연구를 진행하고 있다. Future Home 프로젝트[9]에서는 스마트 홈에서의 기술적인 개념과 차별화된 건강관리에 관한 u-헬스케어에 대한 연구를 진행하고 있다. 인텔[3]은 전자화된 u-헬스케어 사업영역에 진출하였고 무선 센서를 스마트 홈에 적용하여 개인의 리빙 패턴과 다양한 생체 신호를 수집하여 기술적 가능성을 제시하였다.

2. 정보 필터링

기존의 추천 시스템은 어떤 정보에 관심이 있는지, 어떤 정보가 유용한지를 프로파일 기반으로 추천을 한다. 여기서 사용되는 정보 필터링을 이용한 추천 기법에는 협력적 필터링, 내용 기반 필터링이 있다[10][11].

협력적 필터링은 사용자의 선호도에 대한 데이터를 기반으로 사용자가 관심을 가질 것으로 예상되는 아이템을 추천하는 방법이다. 선호도를 반영하기 위해서 각 사용자는 정보에 따라 선호도를 제공하여 이로부터 상관관계를 계산하여 유사 선호도 군집을 형성하고 이들의 선호도를 종합하여 정보를 추천한다. 정보의 내용을 직접 분석할 필요 없이 사용자들의 관계만을 이용하여 정보 추천의 범위를 넘어 뜻하지 않은 것을 추천할 수 있다. 문제점으로는 대부분의 사용자들이 모든 아이템에 대해 평가를 하지 않기 때문에 {사용자-아이템} 행렬은 희박성을 보이고 평가 받지 않은 아이템은 선호도 정보가 없기 때문에 추천되지 않는 초기평가 문제가 있다. 내용 기반 필터링은 정보 검색이나 텍스트 범주화에서 자연적으로 파생된 방법이다. 텍스트 범주화 문제를 처리하기 위해 학습 문서에서 할당된 결과를 이용하여 문서에 적합한 범주를 할당한다. 문서 정보와 사용자가 요구하는 문서간의 유사도를 측정하고 결과를 순서화하여 보여준다. 이는 내용을 중심으로 학습 집합으로 구성하고 추천한다. 기존의 연구는 학습 단계와 분류 단계를 통하여 문서에 나타나는 모든 단어를 특징으로 분류하는 Naive Bayes 분류자[12]를 사용한다. 문제

점은 정보 검색 분야의 학습 알고리즘을 적용하기가 쉽지 않고 피상적인 내용 분석이 이루어 질 수 있다.

III. 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용한 추천

환경에 따른 상황인식을 구성하고 스마트 홈에서 자바 기반의 OSGi(Open Services Gateway Initiative) 프레임워크 상에서 상황인식 기반의 필터링을 제안하고 상황인식 기반의 필터링과 협력적 필터링을 혼합한 상황인식 기반의 정보 필터링에서 개인화 서비스를 추천하는 방법에 대해서 기술한다. 여기서 {사용자-아이템} 행렬에서 결측치에 대한 희박성 문제를 해결하기 위하여 병합 행렬을 구성한다. 병합 행렬은 실제로 평가한 선호도와 평가하지 않은 아이템에 대한 상황인식 기반의 필터링으로 예측한 선호도로 구성한다. 모든 병합 벡터를 기반으로 해서 병합 행렬을 구성한 후 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용하여 추천을 제공한다.

1. 상황인식 구성

사용자의 환경에서 위치, 행동 및 감정 등을 객체라고 나타낼 수 있으며, 사용자의 객체에 대한 정보 값과 그 정보들의 변화를 상황이라고 한다. 이러한 상황 정보를 환경으로부터 얻어내는 과정 또는 상황에서 객체의 활동에 따라 발생하는 정보를 상황인식이라 한다[3]. 상황인식 기반의 필터링을 위한 상황정보의 구성은 사용자의 프로파일(성별, 나이, 직업, 선호도, 맥박), 위치, 날씨, 온도, 시간 정보를 온톨로지로 정의한다[4][5]. 최근에 개발한 u-헬스케어 환경의 부착형 시계형 센서 [14]에 있는 RFID-Tag에 의해 사용자의 프로파일과 위치 정보를 얻고 맥박 센서를 통해 실시간 ZigBee 통신으로 맥박 정보를 얻는다. 날씨, 온도, 시간은 웹 로봇 에이전트[10]에 의해서 기상청 홈페이지에서 제공하는 URL을 사용해서 웹문서를 수집한다. 수집한 웹문서를 기반으로 형태소 분석한 결과로부터 불용어를 제거하고 명사를 추출한다. 날씨, 시간, 기온, 강수확률, 날씨, 풍향/풍속에 대한 일일/주간 예보가 저장된 엔트리 파일을 전처리한 후 상황인식 데이터베이스를 구축한다.

여기서 맥박은 맥박 센서를 통해 주기적으로 체크하여 평균 맥박의 이하이거나 이상일 경우 위험 상황으로 정의하여 이벤트를 발생하도록 하였다. 또한 제안하는 시스템이 서비스하는 위치를 가정이라 한정하고 사용자가 위치할 수 있는 지역을 침실1, 침실2, 침실3, 침실4, 주방, 식당, 욕실1, 욕실2, 거실, 현관, 드레스룸, 발코니1, 발코니2로 제안한다.

2. 상황인식 기반의 필터링

상황인식 기반 필터링을 하기 위해서 훈련 상황인식에서 학습한 결과를 이용하여 상황인식에 적합한 범주를 할당한다. 본 논문에서는 아이템 추천을 위하여 상황을 학습하기 위해서 Naïve Bayes 분류자[13]를 사용한다. 여기서 학습 단계와 분류 단계를 통하여 상황인식 데이터베이스에 나타나는 모든 상황정보를 특징으로 분류한다. 훈련 상황정보의 특징이 $\{context_1, context_2, \dots, context_i\}$ 라고 하였을 경우 $\{class_1, class_2, \dots, class_{ID}, class_N\}$ 중 하나의 상황 클래스로 상황정보를 분류한다. 상황 데이터베이스의 상황정보에 각각의 상황 클래스의 확률은 (식 1)을 이용한다.

$$P(class_{ID} | Context) = \tag{식 1}$$

$$\frac{P(class_i)}{P(Context)} \prod_{i=1}^{|Context|} P(context_i | class_{ID})$$

(식 1)에서 $P(class_{ID})$ 는 $class_{ID}$ 로 분류될 확률이며, $P(context_i | class_{ID})$ 는 $context_i$ 가 $class_{ID}$ 에 포함될 확률이다. $\{context_1, context_2, \dots, context_i\}$ 의 각 상황정보는 위치에 관계없이 독립을 전제로 하여 각 상황정보에 대한 $P(context_i | class_{ID})$ 의 확률은 (식 2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$P(context_i | class_{ID}) = \frac{context_{kclass_{ID}} + 1}{context_{class_{ID}} + |C_{tot}|} \tag{식 2}$$

(식 2)에서 $context_{class_{ID}}$ 는 $class_{ID}$ 내의 상황의 총 개수이며, $context_{kclass_{ID}}$ 는 $class_{ID}$ 에서 상황정보 $context_i$ 의 출현 빈도수, 그리고 $|C_{tot}|$ 는 $class_{ID}$ 의 총 상황의 수

이다. $P(context_i|class_{ID})$ 의 확률이 0이 되는 것을 예방하는 Laplace smoothing 방법에 의해 분자의 $context_{i|class_{ID}}$ 에 1을 더하는 방법을 사용한다[13]. 이러한 경우 상황 정보를 상황 클래스별로 분류하기 위해 학습 상황 정보를 사용하여 (식 3)에 의해 상황정보를 상황 클래스별로 분류할 수 있다.

$$P(class_{ID}|context_i) = \frac{class_{ID}}{P(context_i)} \prod_{m=1}^S \prod_{i=1}^{CI_m} P(c_{m,i}|class_{ID}, S_m) \quad (식 3)$$

여기서 CI_m 는 상황정보를 벡터로 표현한다. S_m 은 m 번째 슬롯을 나타내고, S 는 슬롯의 수를 나타낸다. $c_{m,i}$ 는 m 번째 슬롯의 i 번째 상황정보를 나타낸다. 슬롯에 포함될 확률의 값이 가장 높은 것이 상황인식 기반의 필터링에서 추천의 결과이다.

3. {사용자-아이템} 병합 행렬 구성

특정 벡터로 구성된 n 개의 아이템과 m 명의 사용자를 정의할 경우, 사용자 집합은 $U=\{user_i\}(i=1,2,\dots,m)$ 으로 정의하고, 아이템의 집합은 $I=\{item_j\}(j=1,2,\dots,n)$ 으로 정의한다. $R=\{r_{ij}\}(i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n)$ 은 {사용자-아이템}의 행렬이다. 행렬의 요소 r_{ij} 는 아이템 $item_j$ 에 대한 사용자 $user_i$ 의 선호도를 나타낸다[15]. [표 1]은 {사용자-아이템}의 행렬을 보인다. 아이템을 추천하기 위한 협력적 필터링에서 사용자는 아이템에 대한 선호도의 정도를 평가한다. 선호도의 정도는 0에서부터 1.0까지 0.2씩 증가하면서 6단계로 구분한다.

표 1. {사용자-아이템} 행렬

	U_1	U_2	...	U_i	...	U_m
$item_1$	$r_{1,1}$	$r_{2,1}$	...	$r_{i,1}$	...	$r_{m,1}$
$item_2$	$r_{1,2}$	$r_{2,2}$	...	$r_{i,2}$	...	$r_{m,2}$
...
$item_j$	$r_{1,j}$	$r_{2,j}$	...	$r_{i,j}$	...	$r_{m,j}$
...
$item_n$	$r_{1,n}$	$r_{2,n}$	...	$r_{i,n}$	...	$r_{m,n}$

[표 2]는 아이템에 대해 평가한 선호도의 예이다. 본문에서 “?”의 의미는 {사용자-아이템} 행렬에서 결측치로 상황기반 정보 필터링으로 평가해야 하는 부분이

고 사용자 i 가 아이템 j 에 대해서 선호도를 평가를 하지 않았음을 의미한다. {사용자-아이템} 병합 행렬(M)은 사용자가 평가한 아이템의 행렬이 매우 희박성을 가질 때 유용하다. 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용한 추천의 경우, 특정 사용자와 그 사용자와 유사도가 있는 사용자들이 공통으로 평가한 아이템이 상대적으로 적을 경우에 효과적이다. 기존의 방법은 공통으로 평가한 아이템들을 이용하는데 반해 평가하지 않은 아이템에 대하여 {사용자-아이템} 병합 행렬을 사용하는 것이다.

표 2. 아이템에 대해 평가한 선호도의 예

	U_1	U_2	U_3	U_4	...	U_m
$item_1$	0.4	0.6	1.0	1.0	...	0.4
$item_2$	0.6	?	0.8	0.8	...	?
$item_3$	1.0	0.0	1.0	?	...	1.0
...
$item_n$	0.4	0.2	0.4	?	...	0.2

{사용자-아이템} 병합 행렬을 구성하기 위해서 먼저 병합 벡터들을 생성해야 한다. 병합 벡터 $m_{u,i}$ 는 (식 4)와 같이 정의된다. 병합 벡터의 구성은 사용자가 실제로 평가한 선호도와 평가하지 않은 아이템에 대한 3.2절에서 제시한 상황인식 기반 필터링으로 예측한 선호도로 구성한다. $r_{u,i}$ 는 사용자 u 가 아이템 i 에 대해서 실제로 평가한 선호도이고, $aw_{u,i}$ 는 사용자들이 공통으로 선호도를 평가한 아이템이 없을 경우 상황인식 기반 필터링에 의해 예측된 선호도이다.

$$m_{u,i} = \begin{cases} r_{u,i} & (r_{u,i} \text{ is value}) \\ cw_{u,i} & (\text{else undefined}) \end{cases} \quad (식 4)$$

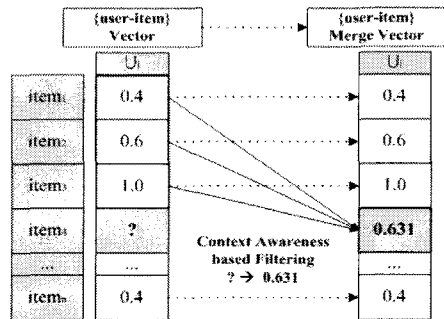


그림 1. {사용자-아이템} 병합 벡터를 구성

{사용자-아이템} 병합 벡터를 구성하는 과정을 [그림 1]에 나타낸다. $item_1, item_2, item_3$ 에 대한 선호도는 사용자가 실제로 평가한 선호도가 존재하므로 {사용자-아이템} 병합 벡터에 평가한 선호도를 이용한다. $item_4$ 에 대한 선호도는 {사용자-아이템} 행렬에 없으므로 상황인식 기반의 필터링에 의해서 $item_4$ 의 선호도를 예측하게 된다. 병합 벡터를 구성하는 과정으로 [표 2]의 {사용자-아이템} 행렬을 (식 4)를 이용해서 [표 3]의 {사용자-아이템} 병합 행렬로 구성하였다. 이는 상황인식 기반의 정보 필터링에서 유사도 가중치를 계산하는 부분에 적용할 수 있다.

표 3. {사용자-아이템} 병합 행렬

	U_1	U_2	U_3	U_4	...	U_n
item ₁	0.4	0.6	1.0	1.0	...	0.4
item ₂	0.6	0.34	0.8	0.8	...	0.97
item ₃	1.0	0.0	1.0	0.74	...	1.0
...
item _n	0.4	0.2	0.4	0.39	...	0.2

4. 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용한 추천

본 절에서는 상황인식 기반 필터링과 협력적 필터링을 혼합한 상황인식 기반의 정보 필터링에서 선호도를 예측하는 방법에 대해서 기술한다. 상황인식 기반의 정보 필터링에서 추천을 위하여 유사도 가중치에 중요도 가중치를 적용하여 추천한다[5][20]. 여기서 중요도 가중치는 선호도를 평가한 아이템의 개수가 매우 적을 경우에 유사도 가중치가 매우 높게 나오는 경우가 발생하므로 예측의 정확도가 떨어진다[10]. 따라서 사용자가 평가한 아이템 개수의 제한을 정하고 제한된 개수에 미치지 못하는 유사도 가중치에 중요도 가중치를 부여한다. 본 논문에서는 중요도 가중치를 $sw_{a,u}$ 로 표현하고 상황인식 기반의 정보 필터링에서 선호도의 예측은 (식 5)와 같이 정의한다. 여기서 $P_{a,k}$ 는 선호도가 수정 및 보완된 {사용자-아이템} 병합 행렬에서 사용자 a 가 아이템 k 에 대한 예측한 선호도이다. 여기서 $v_{a,i}$ 는 사용자 u 가 아이템 i 에 대한 선호도이고 \bar{v}_a 는 사용자의 선호도 평균값이다. $av_{a,k}$ 는 상황인식 기반의 필터링에서 예측한 선호도이다. $sw_{a,k}$ 는 $n/100$ 의 중요도 가중치를 부여

한다. 공통으로 평가한 아이템 개수 제한이 100이고 100보다 작은 공통으로 평가한 아이템 개수 n 을 가지는 사용자 유사도 가중치에는 $n/100$ 의 중요도 가중치를 곱한다. n 이 100보다 클 경우에는 중요도 가중치를 1로 준다. $w(a,i)$ 는 사용자 유사도 가중치를 나타낸다.

$$P_{a,k} = \bar{v}_a + \frac{(cv_{a,k} - \bar{v}_a) + \sum_{i=1}^m sw_{n,u} w(a,i)(v_{u,i} - \bar{v}_a)}{\sum_{i=1}^m sw_{a,u} w(a,i)} \quad (식 5)$$

IV. 성능평가

1. 실험 환경 및 실험 데이터

OSGi는 가정 정보 기기 및 보안 시스템과 같은 인터넷 장비의 표준 연결 방법을 위한 OSGi 단체가 제안한 산업체 표준안이다. 개방형 자바 임베디드 서버인 JES 기반의 게이트웨이 소프트웨어로 플랫폼 응용 소프트웨어 등에 전혀 구애 받지 않고 보안 기능이 우수한 멀티 서비스를 장치나 설비에 서비스할 수 있는 기능이 있다[16]. 제안한 방법의 실험 환경은 스마트 홈의 OSGi R3 표준 스펙을 준수하고 Knopflerfish 2.0.5 상에서 서비스 이동 관리자를 설치하고 번들 형태로 상황관리자와 서비스 관리자를 설치하였다. 온톨로지 추론기는 Jena 2.5.5를 사용하였다. 그리고 하드웨어로 구성된 CW-IF는 ATmel mega 128, Freescale MMA 7260Q, Murata ENV05G, RFID Reader Sirit Infinity 210, 900Mhz Gen 2 Tag, 통신모듈은 Chipcon CC2420으로 구성하였다. 추천 서버에서는 미네소타 대학에서 추천에 대한 연구를 하기 위해 선호도 평가한 데이터인 MovieLens를 사용하였다[17]. 여기에 Eclipse 3.3.2와 Knopflerfish Eclipse Plug in 1.0.16을 이용하여 제안한 방법을 구현하였고 IBM J9 컴파일러를 이용하여 HP iPAQ Pocket PC RW6100 모델의 PDA 단말기에 포팅하였다. OSGi 프레임워크에서 상황정보를 수집하고 각 번들이 동작하는 과정을 [그림 2]에 나타내었다. 각 번

들은 수집된 데이터를 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용한 예측을 하는 CW-IF 드라이버 번들과 사용자의 위치를 검색하고, 검색된 위치를 현재의 위치로 설정하여 초기화를 수행하는 RFID 태그 관리 번들, 그리고 추천 서비스를 관리하는 CW-IF 추천 번들로 구성되어 있다.

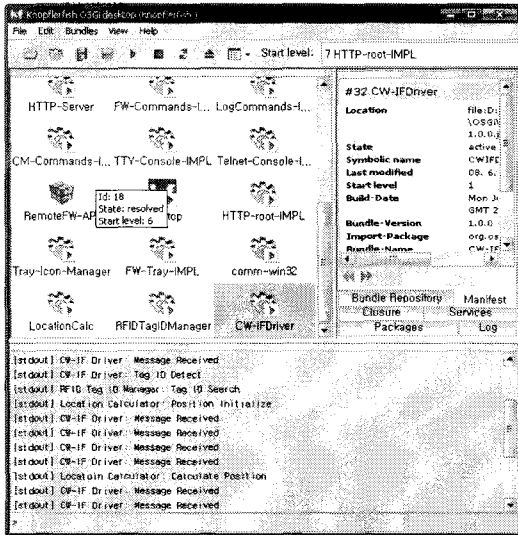


그림 2. OSGi 프레임워크에서 상황정보 수집

제안한 방법은 상황인식 센서로부터 전달받은 데이터를 해석한 후 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용하여 사용자에게 추천한다. 이를 위해 상황관리자, 서비스 관리자, 추천 서버로 구성된다. 상황관리자는 이벤트가 발생했을 때 생성된 데이터를 상황 해석기로 보내 분석한 후 OWL 추론 엔진에 전달한다. 전달된 데이터를 OWL 온톨로지 객체 데이터베이스와 함께 추론기를 통해 시스템에서 적합한 서비스를 제공할 수 있도록 서비스 관리자에게 넘긴다. 서비스 관리자는 추론 엔진에서 받은 정보를 추천 서버에 전달하기 위한 SOAP 서비스가 있다. 그리고 OSGi 프레임워크가 설치된 디바이스에서 번들로 서비스하기 위한 번들 서비스와 번들의 이동성을 관리하기 위한 번들 관리자 서비스로 구성되어 있다[5]. 추천 서버는 서비스 관리자에서 받은 상황정보를 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용해서 추천하는

역할을 한다. 여기서 사용자 피드백 또한 가능하다.

2. 분석 및 성능 평가

본 논문에서는 상황인식 기반 필터링과 협력적 필터링을 조합한 상황인식 기반의 정보 필터링은 (사용자-아이템) 병합 행렬을 이용하여 협력적 필터링에서의 희박성 문제를 해결하였다. (사용자-아이템) 병합 행렬은 모든 아이টে 대해서 선호도를 포함하고 있기 때문에 모든 사용자들은 추천의 대상이 된다. 그러므로 (사용자-아이템) 병합 행렬은 협력적 필터링보다 상황인식 기반의 정보 필터링에서 안정적인 예측의 성능을 보인다. 이는 실험을 통해서 상황인식 기반의 정보 필터링이 안정적인 예측을 보임을 검증한다. 예측의 정확도에 대한 평가는 예측값과 실제값의 차이에 의한 MAE(Mean Absolute Error)를 사용하였다. MAE는 실제 선호도와 예측된 선호도의 차이로 정의되고 얼마나 정확하게 예측을 했는지 알 수 있다.

성능 성능을 평가하기 위해서 1,469명의 사용자들을 대상으로 실험을 진행하였다. 인위적으로 희박성을 증가시킨 (사용자-아이템) 병합 행렬에서 사용자들이 평가한 아이테의 10%에 대해서 내용 기반 필터링, 협력적 필터링, 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용하여 예측을 하였다. 내용 기반 필터링을 이용한 예측은 Content, 협력적 필터링을 이용한 예측은 CF, 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용한 예측은 CW_IF라 표기하였다.

[그림 3]은 {사용자-아이템} 병합 행렬의 희박성 변화시킴에 따른 성능을 나타낸다. 희박성 측면에서 CW_IF가 CF보다 안정적인 예측의 성능을 보이는 것을 알 수 있다. 희박성이 5%를 초과했을 때 CF의 성능이 매우 낮아지고 CW_IF의 성능은 상대적으로 영향을 덜 받는 것을 알 수 있다. 이는 상황인식이 CW_IF를 이용한 예측에 보정하는 역할을 하기 때문이다. 수행 시간별 {사용자-아이템} 병합 행렬의 희박성 변화를 그림 4에 나타내었다. 여기서 100%는 {사용자-아이템} 병합 행렬에서 사용자가 평가한 아이테이 매우 희박하다는 의미이다. {사용자-아이템} 병합 행렬을 구성하는 실험은 쿼드코어 3.0GHz 2EA CPU와 4GB Memory, 320GB

의 보조기억장치로 구성되어 있는 HP DL380G5 서버급 PC에서 구현하였다. 이러한 구현 환경에서 데이터 전처리를 한 MovieLens 데이터를 1%에서 100%까지의 {사용자-아이템} 병합 행렬로 구성하는데 걸린 시간은 27.8초이다.

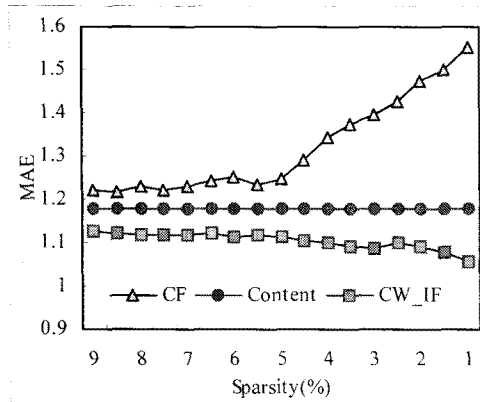


그림 3. 병합 행렬에서 희박성 변화에 따른 성능

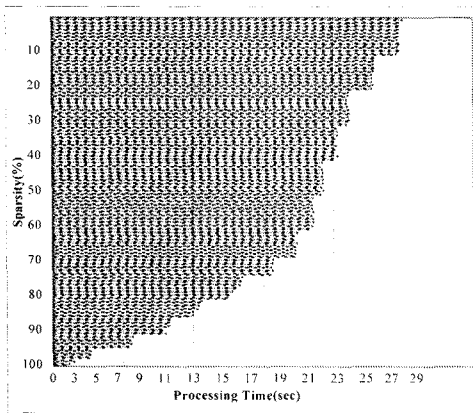


그림 4. 수행 시간별 병합 행렬의 희박성 변화

제안된 방법을 협력적 필터링과 내용 기반 필터링을 이용한 기존의 추천 방법 중 희박성과 초기 평가 문제를 개선한 Pazzani의 방법[18], SVD를 이용하여 희박성을 개선한 Billsus의 방법[12], 초기 평가 문제를 개선한 Herlocker의 방법[19]과 사용자가 아이템에 대해 평가한 횟수를 변화시키면서 비교하였다. 이들 방법은 Pazz, Bill, Herl로 각각 표기하였다. 그림 5는 아이템에

대해 평가한 횟수를 증가시켰을 경우, 제안된 상황인식 기반의 정보 필터링(CW_IF), Pazz, Bill, Herl의 MAE 성능을 나타낸다.

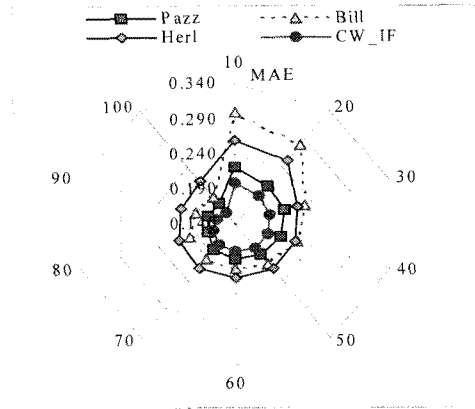


그림 5. n번째 평가에서의 MAE 성능

[그림 5]에서 초기 평가 문제를 갖는 Bill 방법은 평가의 수가 작을 경우 MAE의 값이 크나, 평가의 수가 많아짐에 따라 MAE의 결과가 서서히 낮아짐을 보인다. 반면, 희박성 문제를 갖는 Herl 방법은 평가의 수가 증가할지라도 MAE의 결과가 크게 낮아지지 않음을 보인다. Pazz 방법과 CW_IF 방법은 평가의 수가 증가할수록 점차 MAE의 결과가 낮아짐을 보이며, 특히 CW_IF은 평가의 수가 증가할수록 상당히 낮아짐을 보인다. Pazz, Bill, Herl, CW_IF 방법의 MAE는 평균 0.193, 0.222, 0.224, 0.178로 본 논문에서 제안한 CW_IF 방법이 가장 MAE가 낮으므로, 추천의 정확도가 가장 높은 것임이 증명되었다.

V. 결론

스마트 홈에서 상황 분석과 상황인식 미들웨어에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 여기서 전자공간과 물리공간의 연계를 바탕으로 사용자의 요구에 적합한 서비스에 대한 관심이 높아지고 있다. 협력적 필터링과 내용 기반 필터링을 사용하는 기존의 추천 시스템은 원하는 정보를 추천하기 위해 아이템의 내용과 사용자 정

보간의 유사도를 측정하여 정보를 제공하고 있다. 이는 제한적이고 정적인 정보만을 고려하여 필터링하기 때문에 사용자에게 신뢰도를 제공하지 못한다. 따라서 스마트 홈에서 상황인식 기반의 정보 필터링을 이용한 추천을 제안하였다. 제안된 방법은 OSGi 게이트웨이는 서비스 프레임워크를 구현한 오픈 소스 프로젝트인 Knopflerfish 2.0.5를 이용하여 이동 관리자, 서비스 관리자, 추천 서버를 구현하였다. 상황 데이터를 능동적으로 인식하고 추론하는 상황인식 기반의 필터링을 제안하여 사용자 상황에 적합한 서비스 환경을 구축하였다. 그리고 상황인식 기반의 필터링과 협력적 필터링의 혼합한 상황인식 기반의 정보 필터링을 사용하여 {사용자-아이템} 병합 행렬에서 추천을 하였다. 제안된 방법의 성능을 평가하기 위해 기존의 협력적 필터링과 내용 기반 필터링을 병합한 방법과 비교한 결과 기존의 방법보다 높은 성능을 보였다. 향후 유비쿼터스 컴퓨팅을 이용한 스마트 홈에서 상황인식에 대한 구체적인 연구를 통하여 시장성 증대와 고부가가치를 창출할 수 있을 것으로 기대함으로써 다양한 응용분야에 활용이 가능하다.

참고 문헌

- [1] 김정기, 박승민, 장재우, "상황인식 처리 기술", 정보처리학회논문지, 제10권, 제4호, pp.182-188, 2003.
- [2] <http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>.
- [3] 박세현, "유비쿼터스 홈을 위한 상황인지 서비스 기술", 중앙대학교 홈네트워크연구센터, 기술보고서, 2007.
- [4] 최종화, 최순용, 신동규, 신동일, "지능적인 홈을 위한 상황인식 미들웨어에 대한 연구", 한국정보처리학회논문지, 11-A권, 7호, pp.629-536, 2004.
- [5] J. H. Kim, K. Y. Jung, and J. H. Lee, "Hybrid Music Filtering for Recommendation based Ubiquitous Computing Environment," LNAI 4259, pp.796-805, Springer Verlag, 2006.
- [6] <http://ttt.media.mit.edu>.
- [7] B. Brumitt, J. Krumm, and S. Shafer, "Ubiquitous Computing & the Role of Geometry," IEEE Personal Comm., pp.41-43, 2000.
- [8] M. C. Mozer, "The Neural Network House : An Environment that Adapts to its Inhabitants," Proc. of Int. Sym. on Handheld and Ubiquitous Computing, 2000.
- [9] <http://www.cordis.lu/ist>.
- [10] K. Y. Jung and J. H. Lee, "User Preference Mining through Hybrid Collaborative Filtering and Content-based Filtering in Recommendation System," IEICE Trans., Vol.E87-D, No.12, pp. 2781-2790, 2004.
- [11] S. J. Ko and J. H. Lee, "User Preference Mining through Collaborative Filtering and Content Based Filtering in Recommender System," LNCS 2455, pp.244-253, Springer Verlag, 2002.
- [12] D. Billsus and M. J. Pazzani, Learning Collaborative Information Filters, Proc. of the Int. Conf. on ML, pp.46-53, 1998.
- [13] Y. H. Li and A. K. Jain, "Classification of Text Documents," Jour. of the Computer, Vol.41, No.8, pp.537-546, 1998.
- [14] 한국표준협회, 결과보고서, "헬스케어시스템 표준화 기반구축연구", 2008(2).
- [15] K. Y. Jung, "User Preference through Learning User Profile for Ubiquitous Recommendation Systems," LNAI 4251, pp.163-170, Springer Verlag, 2006.
- [16] L. Gong, "A Software Architecture for Open Service Gateways," IEEE Internet Computing, Vol.5, No.1, pp.64-70, 2001.
- [17] <http://www.cs.umn.edu/research/GroupLens/>, Grouplens Research Project, 2002.

- [18] K. Miyahara and M. J. Pazzani, "Collaborative Filtering with the Simple Bayesian Classifier," Proc. of the Int. Conf. on Artificial Intelligence, pp.679-689, 2000.
- [19] J. L. Herlocker, J. A. Konstan, L. G. Terveen, and J. T. Riedl, "Evaluating Collaborative Filtering Recommender Systems," ACM Trans. on Info. Sys., Vol.22, No.1, pp.5-53, 2004.

저 자 소 개

정 경 용(Kyung-Yong Chung)

정회원



- 2000년 2월 : 인하대학교 전자계산공학과(공학사)
- 2002년 2월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학석사)
- 2005년 8월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과(공학박사)
- 2005년 8월 : 한국소프트웨어진흥원 책임
- 2005년 9월 ~ 2006년 2월 : 한세대학교 IT학부 교수
- 2006년 3월 ~ 현재 : 상지대학교 컴퓨터정보공학부 교수

<관심분야> : 유비쿼터스 컴퓨팅, 인공지능시스템, 데이터마이닝, U-CRM