

# 실시간 사용자 프로파일을 반영한 상황인지 DVB 방송 추천 시스템 (A Context Aware DVB Recommendation System based on Real-time Adjusted User Profiles)

박 영 민 \*      조 성 배 \*\*

(YoungMin Park)      (SungBae Cho)

**요 약** 기존의 방송 추천 시스템은 사용자 프로파일 정보를 입력하고 이를 기반으로 콘텐츠 메타데이터와 일치되는 콘텐츠를 추천하는 형태로 연구가 진행되었다. 그러나 디지털 TV와 같이 사용자와의 상호동작이 많은 기기에서는 사용자들의 프로파일은 계속 변경이 일어나고 있고, 사용자의 의도와 프로파일을 정확히 파악하는 것이 추천의 정확도와 만족도를 높이는 것이다. 따라서 본 논문에서는 사용자의 리모컨 입력과 방송시청시간을 통해 실시간으로 사용자 프로파일 정보를 추출하고, 이 정보와 콘텐츠 메타데이터와 연관성을 파악하여 사용자에게 최적의 방송 콘텐츠를 추천한다. 또한 임베디드 시스템의 하드웨어 및 컴퓨팅 파워의 제약을 고려하여 네트워크 통신이나 상용 데이터베이스 시스템을 사용하지 않았고, 시청 시간에 따라 사용자가 원하는 콘텐츠의 장르가 다르다는 점을 고려하여 현재시각을 기준으로 콘텐츠를 추천하여 사용자 만족도를 증가시켰다.

키워드 : 문맥인지, 실시간 추천, 사용자 프로파일, DVB 방송

\* 이 논문은 2010 한국컴퓨터종합학술대회에서 '실시간 사용자 프로파일을 반영한 Context Aware DVB방송추천시스템'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것이다

\* 정 회 원 : 연세대학교 컴퓨터공학  
py1942@hanmail.net

\*\* 종신회원 : 연세대학교 컴퓨터학과 교수  
sbcho@yonsei.ac.kr

논문접수 : 2010년 8월 6일

심사완료 : 2010년 10월 15일

Copyright©2010 한국정보과학회: 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 제16권 제12호(2010.12)

**Abstract** The previous study of Digital Broadcasting Recommendation system is based on user explicit profiling information. But user profile is always changing and the exact extraction of user profile is very important in recommendation system like Digital TV using many user interactions. This paper is studied of realtime user profiles aggregation through user remote controller input and matching this profiles with contents meta-data like contents genre information, event information, content viewing time. It is not used commercial database system and network communication solution considering embedded system hardware restriction. And it is considered people want different content genre based on watching time. From the results of this paper, there are improvement of user satisfaction of contents recommendation.

Key words : Context Aware, Realtime Recommendation, User Profile, DVB Broadcasting

## 1. 서 론

### 1.1 연구배경

디지털 방송이 시작되면서 방송서비스의 숫자는 점점 증가하고 있다. 현재 유럽의 DVB<sup>1)</sup> 방송의 경우 위성별로 수백 개가 넘는 콘텐츠를 제공하고 있다. IPTV<sup>2)</sup> 서비스가 본격적으로 시작되면서 방송 채널의 숫자는 무한대까지 가능해졌다. 사용자는 무한대의 채널 중 본인이 보고 싶은 채널을 선택하는데 많은 시간이 소요되고 있다. 또한 기존 연구에서는 주로 사용자 프로파일과 콘텐츠 메타데이터의 단순 비교에 의한 추천 시스템을 연구하였다. 그러나 이 경우 사용자가 직접 프로파일 정보를 갱신하기 전까지는 동일한 콘텐츠를 추천해주거나 사용자의 프로파일 변경 시 이를 실시간으로 적용하지 못하는 문제가 있었다. 이에 본 논문에서는 사용자의 프로파일 정보와 콘텐츠 선호도를 사용자의 반응에 기반하여 추출하고 이를 통하여 사용자에게 방송서비스를 추천하는 기법을 제안하였다. 기존 추천 시스템을 크게 협업 필터링<sup>3)</sup>과 콘텐츠 기반 필터링 기법을 활용하여 서비스 추천을 수행하였다. 그러나 디지털TV와 같은 임베디드 시스템에서는 협업필터링 기법과 상용 데이터베이스 기반의 추천 시스템을 사용하기에는 컴퓨팅 자원에 제약을 가지고 있다. 이런 제약을 극복하고 효과적인 추천 서비스를 제공하기 위해 본 논문에서는 네트워크 통신을 사용하지 않고 디지털 TV 시스템 내에서 사용자 문맥을 인지하고 조건부 확률의 개념을 도입하여 방송 콘텐츠를 추천하는 연구를 진행하였다.

1) DVB : Digital Video Broadcasting, 유럽 디지털 방송 표준

2) IPTV : Internet Protocol Television

3) 협업필터링 : 유사한 그룹을 설정하고 그룹원이 좋아하는 아이템을 추천하는 기법

2. 관련연구

2.1 DVB 방송시스템 및 기존 추천시스템

본 논문에서는 DVB 방송을 수신하는 디지털 TV와 디지털 셋탑박스와 같은 방송 수신기기를 기반으로 한다. 본 연구의 환경으로 DVB를 선택한 이유는 국내 위성방송이 DVB 표준을 따르고 있고 DVB 표준에서 콘텐츠 장르별 메타데이터를 제공해주고 있기 때문이다. DVB 방송은 크게 영상데이터와 음성데이터 및 부가데이터에 관하여 표준을 정하고 이에 따라 콘텐츠와 데이터를 송수신하고 있다. 영상 및 음성과 관련된 표준은 MPEG2를 기반으로 서비스되고 있으며 EPG<sup>4)</sup>와 채널 수신과 관련된 정보는 DVB SI<sup>5)</sup> 표준을 통해 전송하고 있다. SI와 같은 부가 데이터는 채널 이름, 시간, 종류, 서비스 제공자, 짧은 줄거리 등 콘텐츠와 관련된 정보를 제공해 준다. 이를 수신한 DTV<sup>6)</sup>에서는 이 정보를 이용하여 서비스 정보를 구성하여 사용자에게 서비스를 제공한다. 그림 1은 콘텐츠 Descriptor로서 현재 서비스되고 있는 콘텐츠의 대분류와 소분류 정보를 제공해 준다[1]. 아래 정보를 기반으로 사용자에게 현재 어떤 종류의 서비스가 제공되고 있으며 향후 어떤 서비스가 제공될지 알려줄 수 있다. DVB 표준에서는 콘텐츠의 종류를 크게 11개로 분류한다. 크게 영화, 뉴스, 음악 등으로 그 내용은 아래와 같다. 또한 세부 장르에 대한 구분도 표준에 명시되어 있다.

그림 1과 같이 다양한 장르의 구분은 방송 콘텐츠에 대한 사용자 프로파일과의 적합도 및 유사관계를 찾는 데 이용하면 추천의 정확도와 만족도를 높일 수 있다. 또한 이를 활용하여 사용자의 키워드 검색 및 좋아하는 장르 검색에도 활용된다. 기존 연구에서는 그림 1과 같이 콘텐츠 Descriptor정보를 기반으로 사용자의 명시적

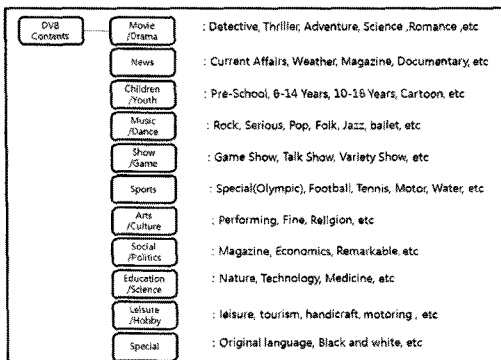


그림 1 DVB SI Content Descriptor

4) EPG : Electronic Programming Guide, 방송정보(이름, 시간, 줄거리) 제공해주는 서비스  
 5) SI : Service Information 으로 방송을 위한 메타데이터 내용 표준  
 6) DTV : Digital Television

프로파일 정보와 일치 정도를 계산하여 추천하는 방법이 있었다[2]. 기존 추천시스템으로는 가장 성공적인 방법은 협업필터링 추천시스템이다[3]. 협업필터링은 관심이 비슷한 사용자를 그룹으로 묶고 그룹 원들 간에 가장 인기 있는 상품을 추천하는 방법이다. 그림 2의 개념도와 같이 다수의 사용자중 관심이나 취미 등이 유사한 사용자를 그룹으로 설정하고 이를 기반으로 자신이 속해있는 그룹의 추천 상품을 추천받는 방식이다. 그러나 이 방식은 사용자가 회원가입을 해야 하고 회원가입을 통해 본인의 관심이나 취미 등의 정보를 제공해야 한다. 사용자가 자신의 정보를 잘못 입력하거나 본인의 관심이 변경되었을 경우 정보 갱신이 발생하지 않으면 그 정확도는 낮아진다. 방송시스템의 경우 방송을 시청하는 사용자는 회원가입이 필요 없고 사용자의 정보를 추출하여 그룹으로 만드는 것도 어렵다. 아래 그림 2는 다수의 회원 중 유사한 사용자를 묶어 각각 그룹을 형성하는 과정과 형성된 그룹을 통해 상품을 추천하는 개념을 설명한다.

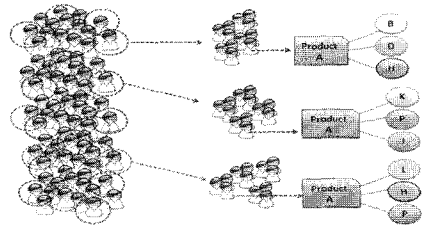


그림 2 협업 필터링 추천시스템 개념도  
 (그림출처 : beatticom425.wordpress.com)

2.2 사용자 프로파일 기반의 추천기법

기존 연구에서는 사용자의 프로파일 정보가 추천을 위한 중요한 데이터로 사용되었다. 사용자 프로파일을 추출하는 방법은 크게 두 가지가 있다. 암묵적(Implicit) 사용자 프로파일 추출 방법과 명시적(Explicit) 사용자 프로파일 추출 방법이다. 또한 그룹별 프로파일을 추출하여 추천하는 방법도 연구되었다[4].

2.2.1 암묵적 사용자 프로파일 추출

암묵적 사용자 프로파일 추출방법은 사용자의 행동 패턴이나 로그 정보 등을 사용하여 자동으로 사용자의 프로파일 정보를 추출하는 방법이다. 사용자의 콘텐츠 전환 시간, 소리조절 동작등 사용자 행동을 기반으로 데이터를 수집하고 이를 분석하여 사용자 프로파일 정보를 자동으로 구성하는 방법이다. 사용자 입장에서 추가적인 사용자 입력 없이 자동으로 사용자 프로파일을 구성하므로 거부감이 없다. 사용자의 의도를 Consume, Store, Approve로 구분하고 이에 대한 사용자 의도를 추출하는 연구도 진행되어 왔다[5].

2.2.2 명시적 사용자 프로파일 추출

명시적 사용자 프로파일 추출은 명시적으로 사용자의 취미나 기호를 조사하여 이를 기반으로 사용자 프로파일 정보를 추출하는 방법이다. 사용자 인터페이스 메뉴를 통해 사용자의 성별, 나이, 취미, 관심 분야 등을 입력 받고 이를 기반으로 프로파일 정보를 구성하는 방법으로 사용자가 입력한 정보의 정확도와 신뢰성에 의존하고 정보의 갱신이 어렵다는 단점이 있다. 아래 그림 3에서 보듯이 명시적 사용자 프로파일 추출을 위해서는 사용자에게 원하는 질문이나 선택을 할 수 있는 사용자 창이 필요하며 창의 크기나 글자의 크기로 인한 입력의 한계가 존재한다.

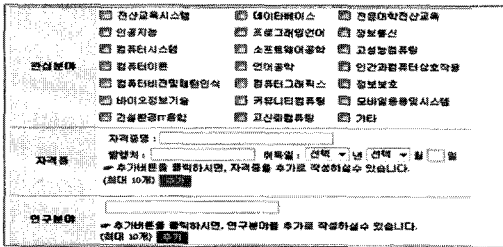


그림 3 명시적 사용자 프로파일 입력 방법

(출처 : 정보과학회 회원가입 홈페이지, <http://www.kiise.or.kr/>)

2.3 맥락인식(Context Aware) 시스템 기존연구

맥락인식은 모바일 기기의 발전에 따라 많이 사용되어진 용어이다. 특히 GPS가 장착되고 위치 정보와 지도 등이 결합되면서 현재 위치에 따른 맥락정보와 이를 이용하여 최적의 장소 및 상점 추천 등이 가능하다. 특히 사용자의 감정이나 현재 상태 등을 파악하여 좀 더 정밀하고 세분화된 추천 및 서비스가 가능하다. 또한 모바일 기기의 네트워크 상태를 인지하여 네트워크 상황에 맞게 스트리밍 서비스를 해주는 연구도 진행되었다[6]. 추천 시스템에서의 맥락인식은 사용자의 로그 정보를 수집하여, 수집된 정보를 기반으로 의미 있는 데이터를 추출하고 사용자의 맥락을 분석하는 연구도 진행되었다[7].

3. 맥락인식 DVB 방송 추천시스템

3.1 실시간 사용자 프로파일 반영

본 연구에서는 사용자의 프로파일을 반영하기 위해 암묵적, 명시적 사용자프로파일 수집 방법을 동시에 사용하였다. 명시적 프로파일 정보의 수집을 위해서는 콘텐츠의 장르 기반 사용자 선호도를 입력받았고 이것에 추가하여 주요 키워드 등록을 통해 메타데이터 검색을

표 1 리모컨 키값 별 가중치 점수도표

리모컨 키	내용	가중치
Favorite 설정	선호채널로 설정함	10
Volume Up	Volume을 키운다. 현재 채널에 대한 관심이 있음	9
Pause	현재 영상에 대한 일시 정지를 함. 관심 있음을 표현.	8
Ch Info	부가정보를 보고 싶어 함	7
Previous	이전 영상으로 돌아가 다시 봄. 관심을 표현함	4
First	처음장면으로 이동함.	4
Next	앞으로 이동함. 관심은 있으나 현재 장면에 대한 관심은 없음.	3
Last	마지막 장면으로 이동	2
Favorite 해제	선호채널에서 해제함	-10
Volume Down	소리를 줄임	-9

하였다. 추가로 사용자의 장르별 선호도를 입력받고 관심 키워드를 등록하는 방식을 사용하였다. 또한 사용자의 리모컨 입력 값을 통해 지속적으로 사용자의 반응 정보를 저장한다. 또한 사용자가 본 각 콘텐츠의 시청시간을 통계를 내고 우선순위를 정하여 가중치를 계산함으로써 실시간 사용자 프로파일 정보를 갱신한다. 이렇게 지속적으로 사용자로부터 입력받는 정보와 각 콘텐츠에 대한 시청기록은 암묵적 프로파일 추출 방법으로 실시간으로 사용자의 반응 및 의도를 측정하는 방법이다. 사용자는 리모컨을 통하여 관심 있는 콘텐츠를 볼 경우와 아닐 경우에 대하여 사용하는 키값이 차이가 있다. 이와 관련된 것이 표 1에 정의되어 있으므로 이를 참조한다.

3.2 방송시스템의 맥락인식

본 논문에서는 DVB 방송 시스템 내에서의 맥락인식을 정의하고 이를 활용하여 콘텐츠를 추천하는 것을 연구하였다. DVB 방송시스템에서의 맥락인식은 그림 4와 같이 정의한다. 사용자 로그 정보와 콘텐츠 로그 그리고 시청시간을 이용하여 데이터처리 및 분석을 하고, 현재 상태에 대한 판단을 한다. 본 연구에서는 각각의 상황에 따라 맥락을 인지한 후 가중치를 두어 점수를 계산하는 방식으로 하였다. 사용자의 로그 수집을 위해서는 리모컨의 키값을 통해 각 키값에 의미와 가중치를 두었다. 표 1을 보면 각 키값에 따른 가중치 점수를 표시하였다. 본 논문에서는 상용 리모컨의 모든 키값에 대해 가중치

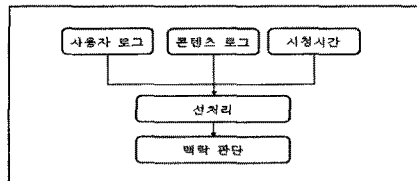


그림 4 DTV System 맥락인식 처리과정

7) 맥락인식(Context Aware) : 환경을 인식하여 현재 문맥을 인지하는 방법  
 8) GPS : Global Positioning System, 위성항법장치로 자신의 위치를 정확히 아는 시스템

를 계산하지 않았다. 관심 여부가 명백한 주요 킷값에 대해서만 가중치를 적용하였다. 콘텐츠 로그는 방송 스트림으로부터 전달되는 콘텐츠와 관련된 부가 데이터를 의미한다. 이는 SI 데이터의 콘텐츠 Descriptor와 다른 Descriptor 정보 등이 가능하다. 예를 들면 SDT<sup>9)</sup>, EIT<sup>10)</sup> 등의 Service Information 정보들이 콘텐츠 로그로 사용되어진다. 시청 시간은 사용자가 콘텐츠를 시청한 시간을 기록하여 오전, 오후에 구분을 둔다. 이는 사용자가 선호하는 콘텐츠의 장르가 아침과 밤에 따라 다르기 때문이다.

**3.3 맥락인식 DVB방송 추천시스템 소프트웨어 아키텍처**

**3.3.1 맥락인식 DVB 방송 추천시스템**

맥락인식 DVB 방송 추천시스템은 디지털 TV나 방송 수신기에서 실시간으로 사용자에게 방송 콘텐츠를 추천해 주고 지속적으로 업데이트된 정보를 기반으로 추천 서비스를 제공하는 시스템이다. 입력으로는 방송 스트림과 사용자의 리모컨 입력 정보를 사용한다. 그림 5와 같이 본 논문에서 연구하는 추천시스템의 알고리즘은 1단계로 방송 메타데이터와 사용자의 선호 장르에 대한 관련정도를 확인하여 점수를 계산한다. 이 경우 콘텐츠 장르 정보는 방송 메타데이터와 사용자 명시적 프로파일 방법으로 입력된 정보와의 일치여부로 가중치를 계산한다. 관심 키워드는 방송 메타데이터 중 Short Event Information Table의 값과 일치 여부를 계산하여 가중치 점수를 계산한다. 이렇게 두 가지 경우에 대한 계산을 한 결과 값과 명시적 프로파일 정보를 합산한다. 여기서 암묵적 프로파일 정보는 사용자의 리모컨 킷값과 각 콘텐츠에 대한 시청시간을 인자로 계산되어진다. 이렇게 합산되어진 결과는 사용자시청시간과 함께 별도의 파일로 저장되어진다. 이 값은 오전과 오후로 구분을 하여 저장하고 있다. 저장된 값을 이용하여 베이지안 확률 개념을 도입하였다. 즉 오전시간에 좋아하는 콘텐츠와 오후에 좋아하는 콘텐츠에 대한 확률을 기반으로 추천의 우선순위를 계산한다. 이렇게 계산된 우선순위를 기반으로 최종적으로는 시간대별 좋아하는 콘텐츠를 추천한다. 각각의 프로파일 정보에 대한 가중치 값은 표 2와 같이 설정하였다.

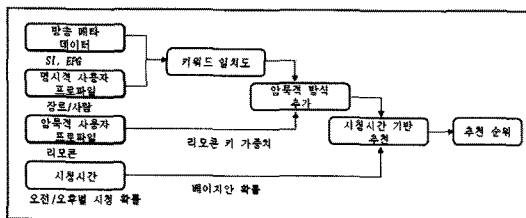


그림 5 맥락인식 DVB방송 추천시스템 알고리즘

9) SDT : Service Description Table, 프로그램 정보 메타데이터  
 10) EIT : Event Information Table, 이벤트 정보 메타데이터

표 2 추천도 값 계산방식 및 가중치

프로파일	가중치	계산방식
콘텐츠 장르별 선호도	총: 40점	- 장르별: 매우 좋음, 좋음, 보통, 싫음, 매우 싫음 5단계로 구분 - 각 단계 * 8점 - 매우 좋음: 5*8=40점 - 좋음: 4*8=32점
키워드 일치	총: 20점	- 키워드에 대한 일치여부로 점수산정 - 2개 이상 키워드 매칭: 20점 - 1개 키워드 매칭: 15점 - 키워드 미 일치: 0점
시청시간	총: 20점	- 총 10개 채널에 대한 시청시간을 기준으로 우선순위를 계산함 - 1위: 20점, 2위: 18점, 10위: 0점 - 각 순위별 2점씩 차이발생
리모컨 키 가중치	총: 20점	- 표 1의 리모컨 킷값을 기준으로 눌러진 여부로 함께 계산 - 총 킷값의 합이 20이상: 20점 - 총합: 15점 이상: 15점 - 총합: 10점 이하: 10점 - 총합: 0이하: 0점 - (값 존재로 0이하 가능함)

**3.3.2 DVB 방송콘텐츠 추천시스템 소프트웨어 아키텍처**

그림 6은 DVB기반의 디지털 TV나 방송 수신기에서 추천 시스템을 구성하기 위한 소프트웨어 아키텍처를 기술한다. 아래에서 보듯이 방송을 수신하고 리모컨 입력을 처리하기 위한 입력 모듈이 필요하다. 또한 데이터 처리모듈은 각 데이터를 방송 콘텐츠와 메타데이터로 분리하고 리모컨 데이터를 분리하는 역할을 수행한다. 각 데이터는 채널 구성부와 추천 엔진 인터페이스를 통해 추천엔진에 전달되거나 데이터 입출력 모듈을 통해 저장된다. 가장 중요한 부분인 추천 엔진 부분은 크게 4가지로 구성되어 있다. 맥락인식 모듈은 시간 맥락과 사용자 암묵적 프로파일 정보를 기반으로 가중치를 계산하는 모듈이다. 암묵적/명시적 프로파일 처리부는 사용자 프로파일을 전달 받아 이를 시스템에서 사용하기 위한 전처리 역할을 수행한다. 채널 정렬 모듈은 채널의 우선순위에 맞게 채널 정보를 다시 조정하는 역할을 한다.

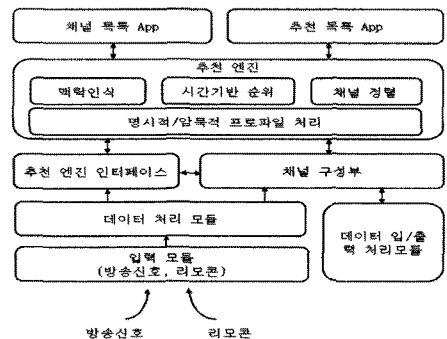


그림 6 DVB방송 추천 시스템 소프트웨어 아키텍처

4. 실험 및 결론

실험은 사용자를 지정하여 사용자에게 TV를 보는 환경과 동일하게 구성하여 총 10가지의 콘텐츠를 시청하고 시뮬레이터를 조작하도록 하였다. 디지털 TV의 리모컨과 동일한 입력버튼을 만들고 방송용 메타 데이터를 이용하여 각 채널 별로 사용한다. 실험 환경은 아래 그림 7과 같이 PC 기반으로 구성하였고 저장장치에 실험용 방송 콘텐츠와 메타 데이터를 저장하고 사용자 인터페이스를 갖는 어플리케이션을 통해 실험을 진행하였다.

사용자는 그림 8과 같이 자신이 좋아하는 장르에 대해서 체크를 하고 관심 있는 키워드를 입력한다. 또한 Ch Up/Dn버튼을 통해 10개의 콘텐츠를 보고 각 관심에 따라 Vol Up/Dn, Pause, Ch Info 등을 조작한다. 용 방송 콘텐츠와 메타 데이터를 저장하고 사용자 인터페이스를 갖는 어플리케이션을 통해 실험을 진행하였다.

사용자는 그림 8과 같이 자신이 좋아하는 장르에 대해서 체크를 하고 관심 있는 키워드를 입력한다. 또한 Ch Up/Dn버튼을 통해 10개의 콘텐츠를 보고 각 관심에 따라 Vol Up/Dn, Pause, Ch Info 등을 조작한다. 좋아하는 채널은 Fav버튼을 눌러 자신의 좋아하는 채널로 등록한다. 위와 같은 방법으로 사용자의 각 채널별 명시적/암묵적 프로파일 정보를 저장하고 선호하는 장르, 키워드, 시청시간, 현재시각을 기준으로 하여 선호도 점수를 계산한다.

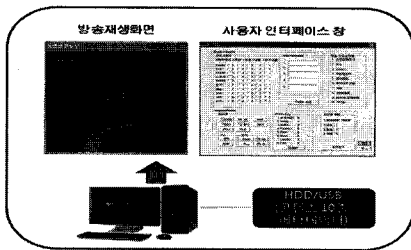


그림 7 실험환경

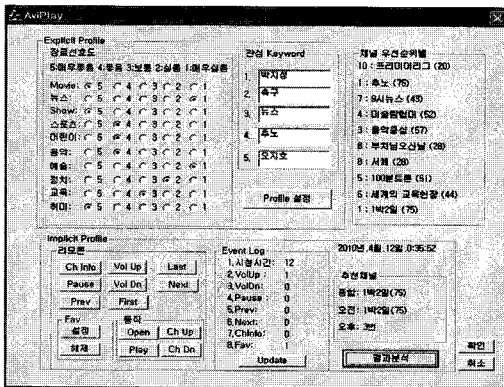


그림 8 사용자 인터페이스 어플리케이션

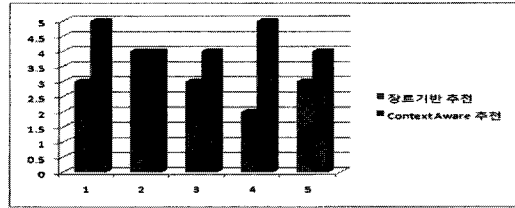


그림 9 장르기반 추천과 결과비교

실험방법은 사용자의 만족도와 콘텐츠 우선순위에 대한 사용자 예상 값과의 비교를 통해 진행하였다. 총 5명의 사용자를 기준으로 실험을 실행하였다. 시험 후 추천 콘텐츠와 본인이 좋아하는 콘텐츠에 대한 일치여부에 대한 설문을 통해 결과를 도출 하였다. 총 5명의 사용자가 만족하는 결과를 보였다. 그림 9의 가로축 1-5는 사용자 5명을 의미하며 세로축의 숫자는 만족수준을 표시한다. 각 의미는 다음과 같다. 5:매우 좋음, 4:좋음, 3:보통, 2:나쁨, 1:매우 나쁨. 이 결과를 통해 맥락인식 방송 추천시스템을 이용한 사용자의 만족도가 기존 장르기반 추천의 만족도보다 증가됨을 확인 하였다. 이를 통하여 본 논문의 추천 방식이 기존의 방송 장르기반의 추천방식 보다 사용자 만족도가 증가됨을 알 수 있다.

참고 문헌

- [1] European Standard (Telecommunications series). Digital Video Broadcasting (DVB) - specification for service information (SI) in dvb system, 2000.
- [2] Christian Uberall, "Recommendation Index For DVB Content Using Service Information," Multimedia and Expo (ICME), IEEE International Conference, 2009.
- [3] N.Good, J.B, "Combining collaborative filtering with personal agent for better recommendation," Proceedings of the Sixteenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-99), pp.439-446, Jul. 1999.
- [4] C.Shin, W.Woo, Socially aware TV Program Recommender for Multiple Viewers, IEEE Transaction on Consumer Electronics, vol.55, no.2, pp.927-932, 2009.
- [5] Hyoseop Shin, "Personalized Digital TV Content Recommendation with Integration of User Behavior Profiling and Multimodal Content Rating," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 55, no.3, Aug. 2009.
- [6] Zhiwen Yu, "Supporting Context Aware Media Recommendations for Smart Phone," IEEE Pervasive Computing, vol.5, no.3, pp.8-75, July-Sept. 2006.
- [7] Dongmin Shin, "Context-Aware Recommendation by Aggregation User Context," IEEE Conference on Commerce and Enterprise Computing, 2009.