

다기준 의사 결정 방법을 이용한 모바일 환경에서의 정보추천

(Information Recommendation in
Mobile Environment using a
Multi-Criteria Decision Making)

박 한 샘[†] 박 문 희[†]
(Han-Saem Park) (Moon-Hee Park)

조 성 배^{**}
(Sung-Bae Cho)

요 약 정보추천 서비스를 위한 선호도는 상황에 따라 달라질 수 있으므로, 정보추천 서비스를 제공하기 위해서는 먼저 사용자의 컨텍스트 정보를 알아야 한다. 본 논문은 모바일 환경에서 다수 사용자의 선호도를 고려한 추천 시스템을 제안하며, 음식점 추천에 이를 적용하고자 한다. 모바일 환경에서 개별 사용자의 선호도를 모델링하기 위해 베이저안 네트워크를 사용하였으며, 음식점 추천은 많은 경우 개별 사용자가 아닌 다수 사용자의 선호도를 고려해야 하므로, 본 논문에서는 개별 사용자의 선호도를 바탕으로 다수의 선호도를 획득하기 위해 다기준 의사결정방법인 AHP를 이용하였다. 실험을 위해서 10가지 서로 다른 상황에서 추천을 수행하였으며, 마지막으로 SUS 사용성 평가를 통해 제안하는 시스템의 사용성이 높게 평가되었음을 확인하였다.

키워드 : 다기준 의사결정, LBS, 정보추천

- 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원 사업과 LG전자의 산학협동 과제를 통해 지원되었음
- 이 논문은 제34회 추계학술대회에서 '다기준 의사결정 방법을 이용한 모바일 환경에서의 LBS 정보추천'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

[†] 학생회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과
sammy@sclab.yonsei.ac.kr
moonypark@sclab.yonsei.ac.kr

^{**} 종신회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과 교수
sbcho@cs.yonsei.ac.kr

논문접수 : 2008년 1월 4일

심사완료 : 2008년 3월 5일

Copyright©2008 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 제14권 제3호(2008.5)

Abstract Since the preference for information recommendation service can change according to the context, we should know the user context before providing information recommendation. This paper proposes recommender system that considers multi-user preference in mobile environment and attempted to apply it to restaurant recommendation. To model the preference of individual users in mobile environment, we have used Bayesian network, and restaurant recommendation mostly should consider not an individual user but several users, so this paper has used AHP of multi-criteria decision making process to obtain the preference of several users based on one of individual users. For experiments, we conducted recommendation in 10 different situations, and finally, we confirmed that the proposed system was evaluated as a good one using a usability test of SUS.

Key words : Multi-criteria decision making, LBS, Information recommendation

1. 서 론

1990년대 중후반 이후 초고속 네트워크 기술의 발달과 인터넷의 대중화로 개인이 접할 수 있는 정보의 양이 폭발적으로 증가했으며, 이에 따라 정보 추천이 중요한 연구 분야로 다루어져 왔다[1]. 최근에는 웹을 중심으로 '개인화'가 여러 가지 서비스를 위한 키워드가 되어 감에 따라 많은 업체들이 개인화에 대한 연구를 수행하고, 개인화 기능을 강화하고 있는 추세이다. Google, Yahoo 등 대부분의 주요 웹 포털이 개인을 위한 맞춤형 레이아웃 등 개인화를 고려한 서비스를 제공하고 있으며, Amazon을 필두로 많은 인터넷 쇼핑몰이 개인의 취향에 맞는 추천 서비스를 제공하기 시작하고 있다. 디지털 정보의 증가는 앞으로도 계속될 것이므로, 개인이 필요로 하는 정보를 효율적으로 찾을 수 있도록 도와주는 정보추천 서비스는 앞으로 점점 더 중요해질 것이다.

한편, 최근 몇 년 사이에 모바일 디바이스가 널리 보급되고 사용이 일반화됨에 따라 대부분의 사용자가 휴대폰을 비롯하여 스마트폰, PDA와 같은 모바일 디바이스를 보유하게 되었다. 모바일 디바이스는 개인이 정보를 접할 수 있는 통로 역할을 할 뿐 아니라, 사용자가 항상 소지하기 때문에 사용자의 컨텍스트 정보를 수집할 수 있는 도구로서의 역할도 할 수 있으며, 이렇게 수집된 정보는 또한 사용자를 위한 정보 추천에 유용하게 사용될 수 있다. 따라서 모바일 컨텍스트의 추론 또한 정보추천과 관련된 중요한 연구 분야이다.

대부분의 추천 서비스가 개인을 대상으로 하지만, 음식점 추천이나 영화 추천 등 여럿이서 함께 필요로 하는 일부 서비스의 경우는 개인의 선호도가 아닌 다수의

선호도를 반영해야 한다. 이처럼 그룹 사용자를 위한 추천 또한 하나의 이슈로 연구되고 있으며, 그 대상은 여행지, 영화, 음악 등으로 다양하다. 웹에서 유사한 정보를 검색하는 사람들에게 정보를 추천해주는 웹 에이전트 'Let's browse[2]'와 다수 사용자를 위한 영화 추천 시스템인 'PolyLens[3]'는 협업 필터링 방식을 통해 정보를 추천해주며, Yu[4] 등은 사용자 프로필을 결합하는 방식으로 다수 사용자에게 TV 프로그램을 추천하는 시스템을 제안하였다.

본 논문에서는 불확실성을 갖는 모바일 환경에서의 개인 사용자 선호도 모델링을 위해 베이지안 네트워크를 사용하며, 각각의 결과를 통합해 그룹 사용자에게 추천 서비스를 제공하기 위해 다기준 의사결정(Multi-Criteria Decision Making) 방법인 AHP를 사용한다. 구현 시스템은 모바일 디바이스에서의 음식점 추천에 적용되며, 개별 사용자를 위한 추천과 그룹 사용자를 위한 추천 실험과 사용자 평가를 통해 좋은 성능을 보임을 확인하였다.

2. 모바일 컨텍스트와 정보 추천

사용자의 서비스에 대한 선호도는 컨텍스트에 따라 변화하기 쉽고, 모바일 환경에서는 컨텍스트의 변화가 자주 발생하므로, 모바일 환경에서의 정보 추천을 위해서는 그에 앞서 사용자가 현재 처한 상황을 인지하기 위한 컨텍스트 추론이 선행되어야 한다. 컨텍스트는 여러 가지로 정의될 수 있는데, Dey[5]는 컨텍스트를 “사용자와 어플리케이션의 상호작용과 관련이 있는 사람, 장소, 물체의 상황을 특징짓기 위해 사용될 수 있는 모든 정보”라고 정의하였다. Tewari[6] 등은 음식점을 추천하기 위해 사용자 위치, ID, 시간 정보를 컨텍스트로 사용하였고, Kim[7] 등은 모바일 인터넷을 위한 컨텍스트를 개인화 컨텍스트(시간, 이동경로, 사용자 감정)와 환경 컨텍스트(위치, 주변 사람들, 사회적 컨텍스트)로 나누어 사용하였다.

또한 모바일 디바이스는 주로 이동 중에 사용하게 되므로 입력 정보가 불확실성을 포함하며, 따라서 불확실하고 불완전한 정보를 이용하여 안정적인 추론을 제공하는 모델인 베이지안 네트워크(Bayesian network, BN)가 컨텍스트 추론을 위해 많이 사용된다. 핀란드 VTT의 Korpipaa 연구팀[3]은 모바일 디바이스 사용자의 컨텍스트를 학습, 분류하기 위해 나이브 베이즈 모델을 사용하였으며, Park[8] 등은 모바일 로그로부터 개별 사용자의 성향을 모델링하고, 추천 서비스를 제공하기 위해 베이지안 네트워크를 사용하였다.

3. 제안하는 추천 시스템

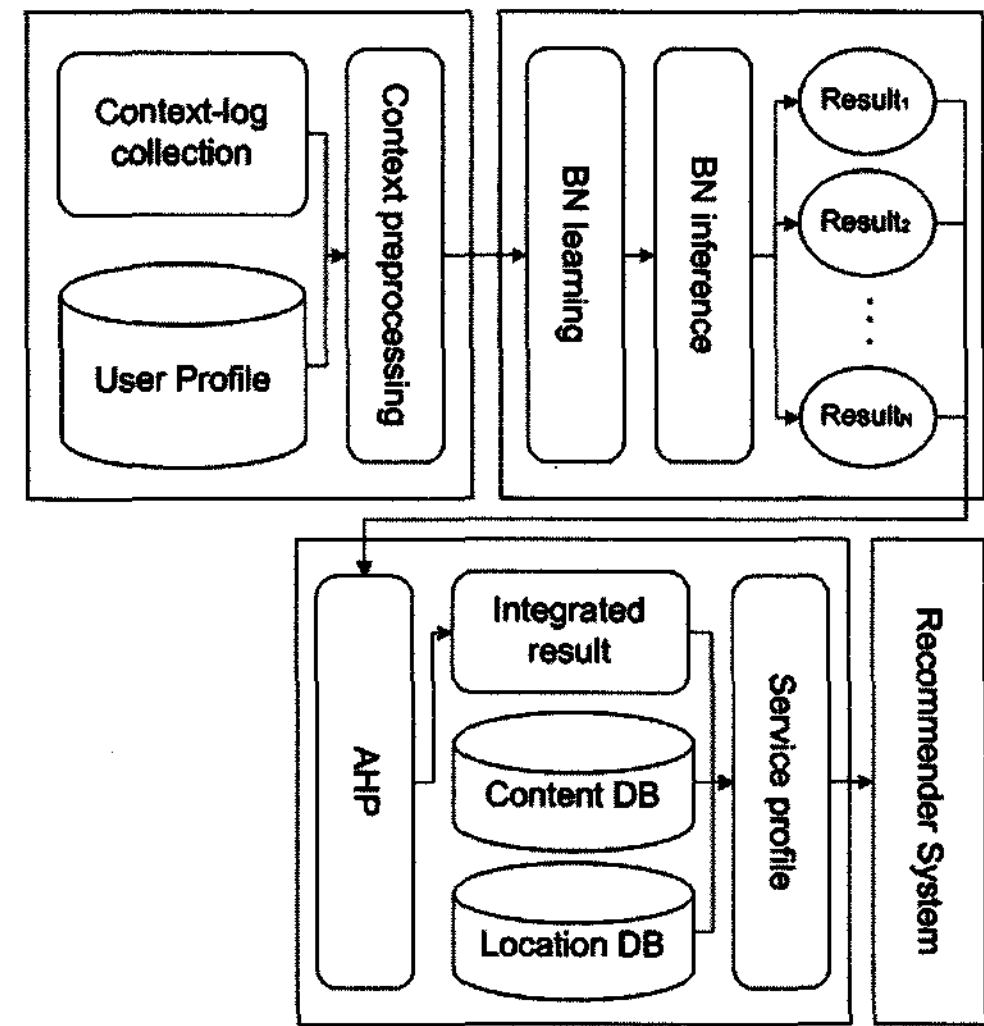


그림 1 다중 의사결정을 이용한 정보추천 개요

그림 1은 제안하는 다중 의사결정을 이용한 추천 시스템의 개요를 보여준다. 전체는 크게 컨텍스트 정보를 획득하는 Context-log collection 모듈과 개별 사용자를 모델링하기 위한 베이지안 네트워크 모델, 그리고 추천이 필요한 그룹에 따라 다중 의사결정 방법인 AHP (Analytic Hierarchy Process)를 이용한 추천 모듈의 세 부분으로 나뉜다. Context-log collection 모듈은 사용자의 모바일 디바이스 사용 로그, 사용자 프로필, 컨텍스트 로그를 수집하여 모델링에 필요한 형태로 전처리 하는 역할을 하며, 개별 사용자의 모델링 부분은 베이지안 네트워크 학습을 통해 이루어진다. 사용자 프로필과 컨텍스트 등 일부 관측정보를 바탕으로 개별 사용자를 위한 추천 결과가 추론되면, 마지막 추천 모듈에서 개별 사용자를 위한 추천 결과를 AHP를 이용, 결합하여 추천 서비스를 결정하고, 결과는 응용 시스템을 통해 서비스된다.

3.1 모바일 컨텍스트 로그 수집

본 논문에서 사용한 모바일 컨텍스트는 날씨정보를 제공하는 웹 사이트를 통해 수집되는 온도와 날씨, 시스템을 통해 수집되는 계절과 시간대, GPS를 통해 수집되는 위도, 경도, 그리고 어플리케이션에서 입력되는 사용자 입력이 있다. 그림 2는 앞서 설명한 컨텍스트 로그를 잘 보여주며, 이 입력정보는 베이지안 네트워크의 입력으로 사용되기 위해 전처리 과정을 거친다. 수집된 컨텍스트 로그는 베이지안 네트워크의 노드의 입력으로 사용하기 위해 전처리를 하였다. 예를 들어, 계절은 12개월을 봄, 여름, 가을, 겨울로 3개월씩 나누어 구분하였고, 시간은 일반적인 식사시간대를 기준으로 하루를 4등분하여 아침, 점심, 저녁, 밤으로 구분하였다. 사용자 요

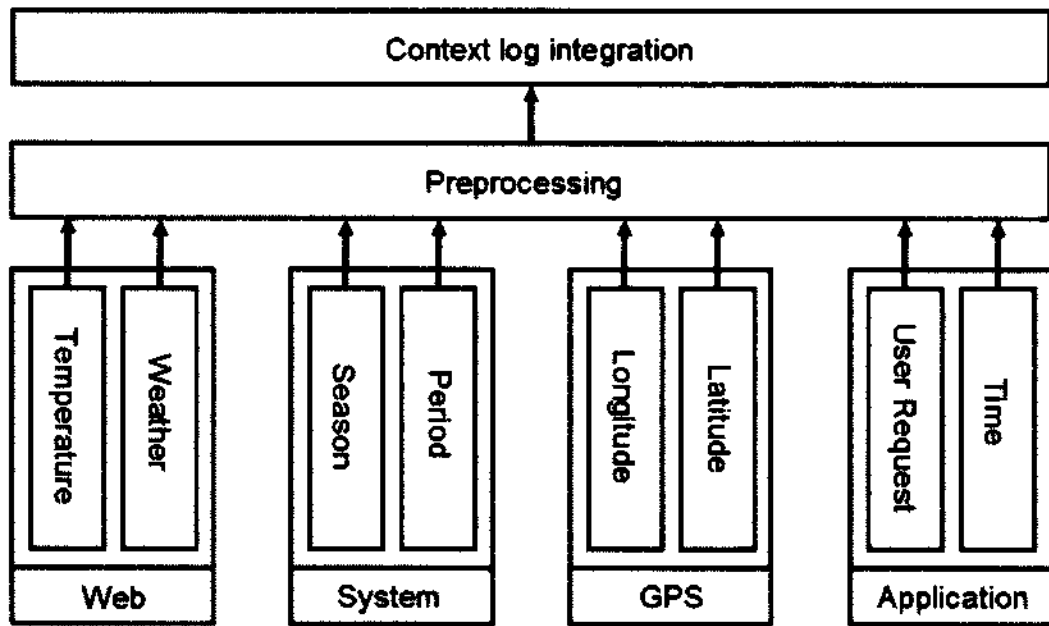


그림 2 컨텍스트 로그

청은 시스템에서 직접 사용자에게 입력을 받으며, 위치는 실험지역을 3등분하여 사용자의 현재 위치를 기준으로 200m 이내는 Near, 200m~400m의 거리는 Mid, 400m가 넘어가면 Far로 나누었다. 날씨는 기상청 통계 자료를 바탕으로 하며 기온은 지난 30년간 서울지역의 통계를 바탕으로 Warm(13~20°C), Hot(20~30°C), Cool(7~13°C), Cold(-5~7°C)로 구분하였다.

3.2 BN을 이용한 개별 사용자 모델링

개별 사용자 모델링을 위한 베이지안 네트워크는 시나리오를 통해 얻은 데이터로부터 학습되었으며, 학습에는 K2 알고리즘이 사용되었다. 음식점을 추천하기 위한 이 베이지안 네트워크의 노드는 모바일 컨텍스트 로그를 통해 수집되며, 그림 3에서 Prefer_1~Prefer_6의 6개 노드가 결과인데, Prefer_1이 가장 중요한 요소가 되고 Prefer_6이 가장 중요하지 않은 요소가 된다. 네트워크 추론 결과를 통해서 현재의 사용자는 거리, 선호하는 식당의 종류를 중요하게 생각하며, 주차를 중요하지 않게 생각함을 알 수 있다.

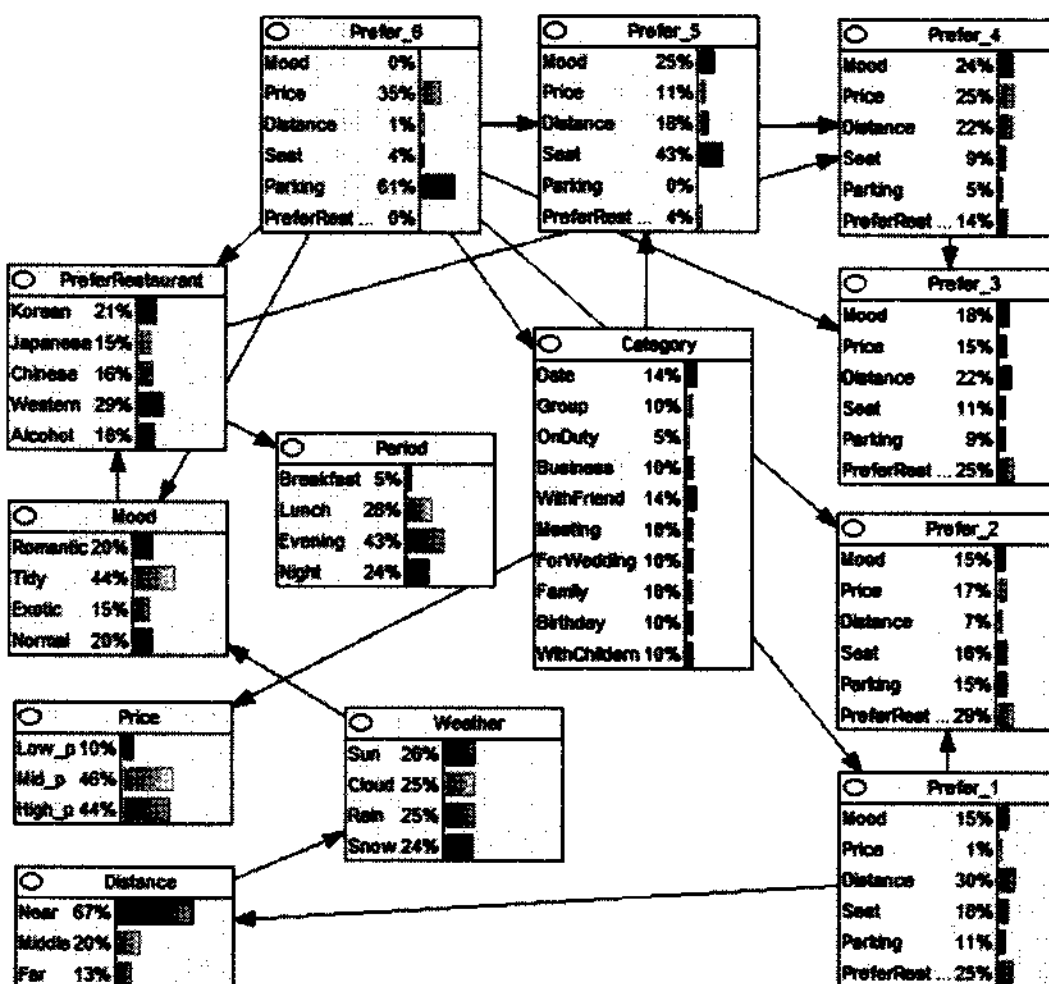


그림 3 학습을 통해 얻은 베이지안 네트워크

3.3 AHP를 이용한 다기준 의사결정

BN의 추론 결과는 개별 사용자가 어떤 음식점을 선호하는지를 알려준다. 하지만 사용자가 다수가 되면 어떤 사용자의 선호도를 얼마나 반영할지의 결정이 쉽지 않다. AHP는 다수 의사결정자들의 의견을 합리적으로 반영하여 결론을 도출하는 다기준 의사결정 방법이다[9].

본 논문에서는 BN의 추론 결과인 음식점 종류 확률값 집합을 $Class = \{c_1, c_2, \dots, c_l\}$, 음식점 가격대 확률값 집합을 $Price = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$, 음식점 분위기 확률값 집합을 $Mood = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$, 현재 위치에서 음식점까지의 상대적 거리확률 집합을 $Distance = \{d_1, d_2, \dots, d_o\}$ 라 하고, 속성에 대한 이름은 각각 c_i^{name} , p_j^{name} , m_k^{name} , d_l^{name} 라고 가정한다. 그리고 각 노드에 대한 가중치는 AHP 의사결정 방법을 이용해서 구한다. 그림 4는 제안하는 의사결정 계층 모형을 보여준다. 다중의사가 반영된 음식점 선택을 위한 평가요소는 음식점의 종류, 가격, 분위기, 음식점까지의 거리이고, 그에 따른 평가대안은 선호도가 반영되는 사용자이며 최종 의사결정의 목표는 이를 반영한 음식점 선택이다.

그림 4의 의사결정 계층모형을 바탕으로 평가기준에 대한 가중치 산정을 위해서 식 (1)과 같은 쌍대비교 행렬을 생성한다. 행렬의 각 요소 값은 쌍대비교 척도에 의해 중요도 값으로 설정되는데, 그 기준은 다음과 같다. A와 B가 동등한 경우부터 A가 B보다 훨씬 더 중요한 경우로 단계적으로 나누어 1~9의 중요도 값을 할당하였다. 식 (2)에 의해 쌍대비교 행렬 각각의 열값을 합한 뒤, 식 (3)에 의해 각각의 요소를 열의 합으로 나눠 준 후 쌍대비교 행렬의 각 행에서 요소들의 평균을 산출한다. 계산된 최종 평균값이 쌍대비교 방법을 통해 관련된 가중치가 된다.

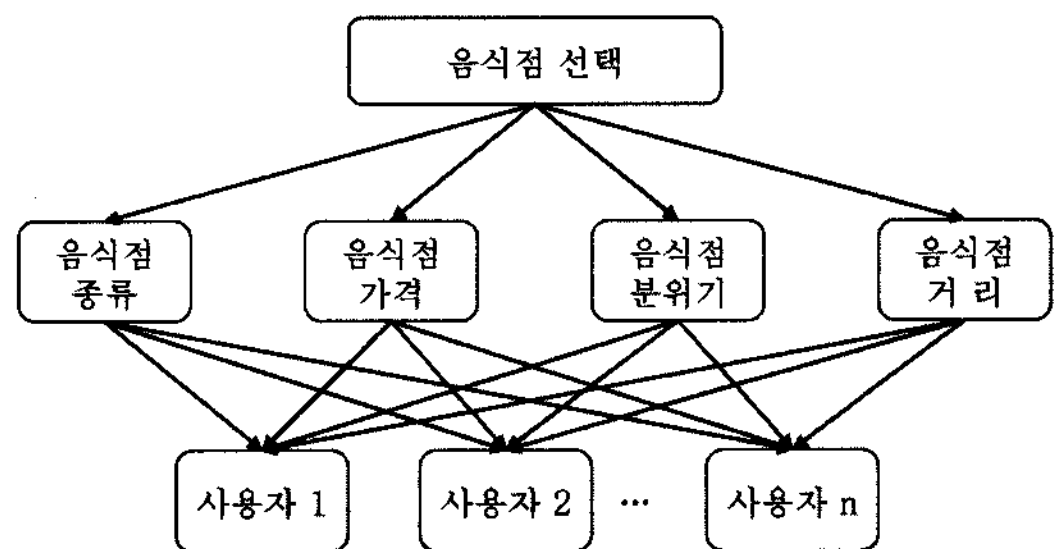


그림 4 제안하는 의사결정 계층 모형

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$S_i = \sum_{k=1}^n a_{ki} \quad (2)$$

$$w_i = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{a_{ik}}{S_k}}{N} \quad (3)$$

(w_i : 평가요소 i 의 가중치, N : 평가요소의 수)

식 (4)의 결과로 얻은 가중치 집합을 $Weight = \{w_{class}, w_{price}, w_{mood}, w_{distance}\}$ 라고 하면, 이 때 가중치를 가진 각 속성조합에 대한 확률 값은 식 (5)와 같이 계산할 수 있다.

$$X_{ijk} = (c_i \times w_{class}) + (p_j \times w_{price}) + (m_k \times w_{mood}) + (d_t \times w_{distance}) \quad (4)$$

$$Recommended Value = \max_{i=1 \dots l, j=1 \dots m, k=1 \dots n} (X_{ijk}) \quad (5)$$

식 (5)과 같이 모든 속성조합에 대한 확률 값 중에서 가장 큰 확률 값을 $Recommendation Value$ 라 하고, 이때 $RecommendedSet = \{c_i^{name}, p_j^{name}, m_k^{name}, d_t^{name}\}$ 과 일치하는 실제 음식점 정보를 지도와 함께 모바일 디바이스에서 확인 할 수 있도록 하였다.

4. 실험 및 결과

4.1 실험 데이터 및 시나리오

실험을 위해 사용된 콘텐츠 데이터는 신촌지역의 870×500m² 내에 있는 약 90개의 음식점 정보를 이용하였고, 사용자 데이터는 20명의 남녀 사용자에게 의해 설문 기반으로 수집하였다.

제안하는 추천 시스템의 추천과정 분석과 사용자 만족도 평가를 위해 10가지의 상황을 사용자에게 제시하고, 추천 결과와 시스템 사용성에 대한 평가를 수행하였다. 준어진 상황은 “눈이 내리는 11월 말 저녁 신촌 현대백화점 앞 데이트 중 식사”와 같이, 각종 상황 정보를 준다. 실험은 상황을 고려하고 사용자의 조합을 바꿔 그룹을 구성하여 진행하였다. 1, 2번 상황은 2명의 멤버로 구성된 다섯 그룹이 실험 대상이었고, 3~10번 상황은 3명 또는 4명의 멤버로 구성된 다섯 그룹이 실험 대상이 되었다. 실험은 총 50개의 그룹과 153명의 멤버로 구성되어 진행하였다.

4.2 시나리오 및 그룹에 따른 추천

표 1은 10가지 모든 상황을 체험한 시스템 사용자한 명의 멤버에 대해서 상황변화와 그룹변화를 모두 고려한 추천결과의 리스트이다. 상황 ID, 그룹 ID, 음식점 ID는 각각 10가지의 상황, 추천 실험을 위해 구성된 그룹, 음식점 고유의 ID를 의미한다. 개별 사용자를 위한 추천, 간단한 규칙기반 추천과 제안하는 방법의 추천 결과를 비교해 보았다. 표 2를 살펴보면, 함께 식사하는

표 1 상황과 그룹의 변화를 고려한 추천결과

멤버 ID	상황 ID	그룹 ID	개별추천 음식점 ID	다중의사결정기반 그룹추천 음식점 ID	규칙기반 추천 음식점 ID
1	S1	G6	16	16	11
	S2	G6	58	88	88
	S3	G1	89	49	49
		G4	89	49	49
	S4	G5	89	83	49
		G1	71	2	88
	S5	G4	71	6	88
		G5	71	71	88
	S6	G1	44	2	71
		G4	44	44	71
	S7	G5	44	44	71
		G1	36	42	44
	S8	G4	36	6	44
		G5	36	88	44
	S9	G1	50	50	38
		G4	50	50	38
	S10	G5	50	49	38
		G1	36	46	89
	S11	G4	36	58	89
		G5	36	46	89
S12	G1	36	88	71	
	G4	36	88	71	
S13	G5	36	88	71	
	G1	16	46	48	
S14	G4	16	11	48	
	G5	16	30	48	

그룹과 관계없이 단지 각 상황에 따라서만 음식점이 결정되는 비교방법들과 달리, 다중 의사결정방법을 이용한 그룹 추천은 각 상황과 함께 식사하는 그룹의 멤버를 고려하여 음식점이 결정이 되기 때문에 그룹 멤버의 변화에 따라서 다양한 음식점이 추천 되는 것을 확인 할 수 있다. 여기에서 규칙기반 추천을 위해 사용된 규칙은 “비가 오는 날 밤엔 동동주와 파전집을 추천한다.”와 같이 상식을 바탕으로 구성된 규칙이 사용되었다.

4.3 추천 시스템을 통한 추천 과정

그림 5는 모바일 디바이스 상에서 사용자의 오청을 받아 추천결과를 보여주는 어플리케이션의 스크린 샷이다. (a) 로그인 후, (b) 식사 목적과 함께 식사할 사람들 선택하면 추천 결과를 (c) 텍스트 뷰어와 (d) 이미지 뷰어를 통해 돌려준다.

4.4 사용자 만족도 평가

시스템의 사용성을 평가하기 위해 피험자에게 시스템을 사용하도록 한 후, 설문 조사를 수행하였다. 설문조사의 문항은 사용성 평가에 널리 사용되는 SUS(System Usability Scale)의 10문항을 사용하였다[10]. 각

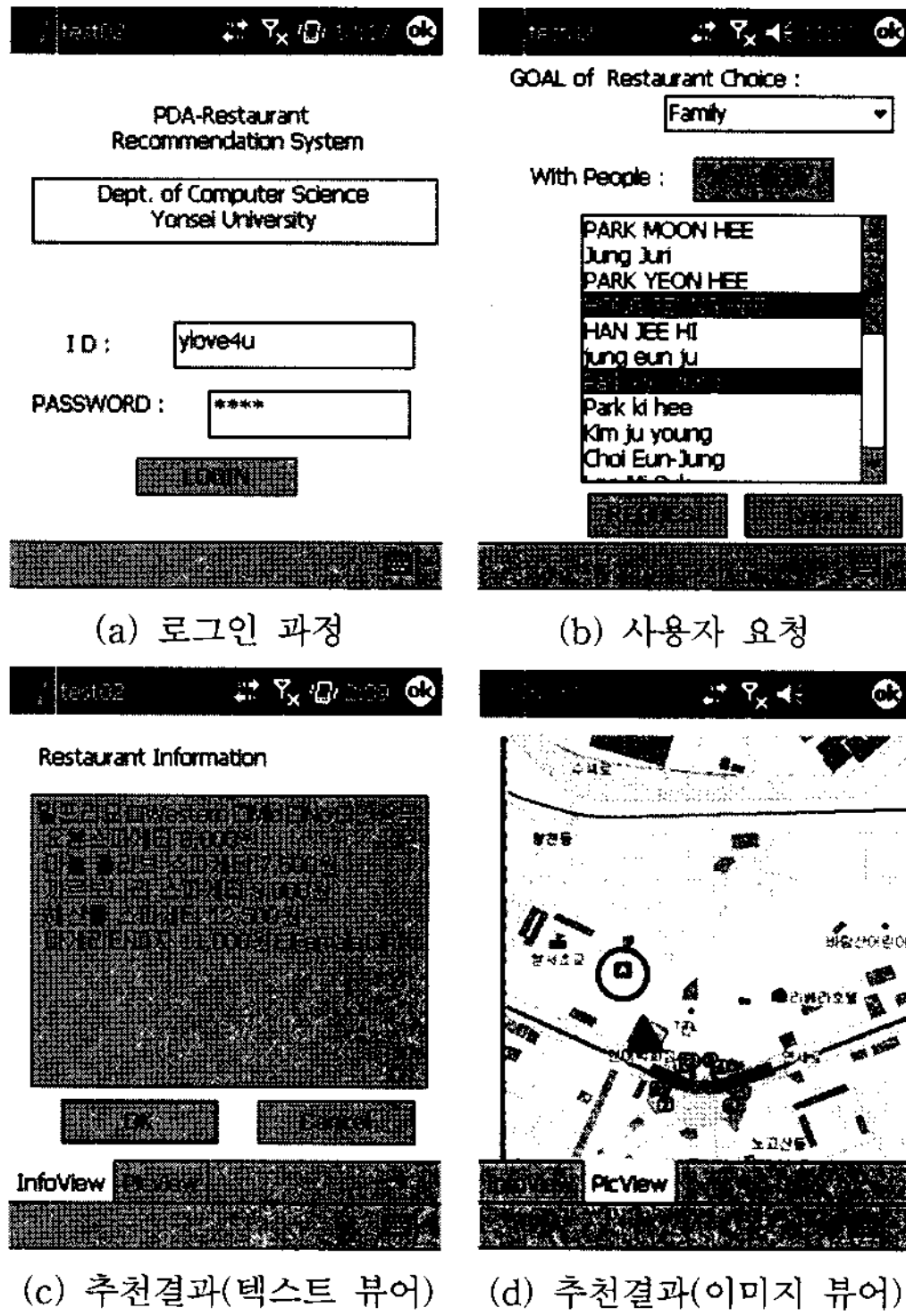


그림 5 모바일 추천 시스템

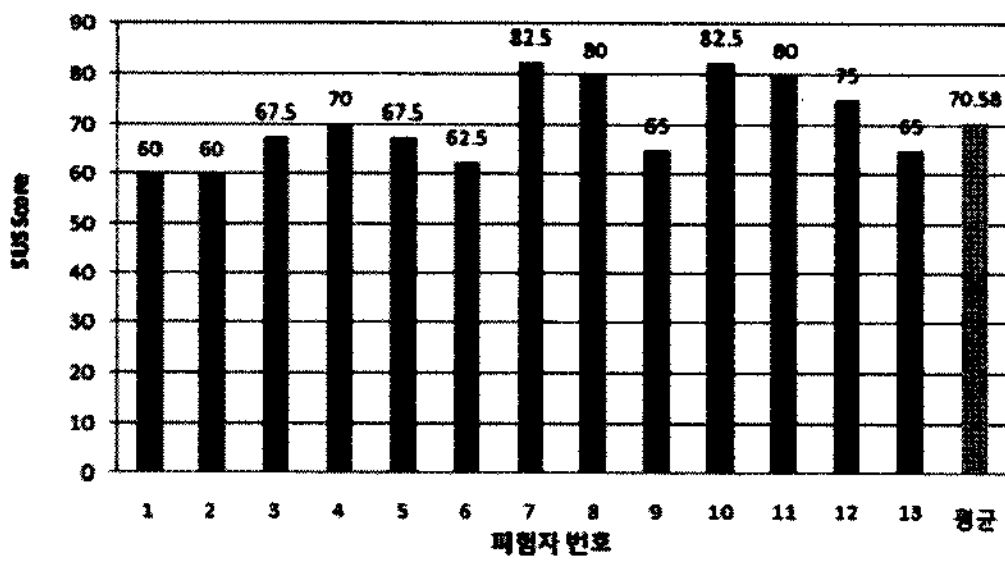


그림 6 제안하는 의사결정 계층 모형

문항의 응답은 Likert척도를 사용하여 강한 부정, 부정, 보통, 긍정, 강한긍정의 1에서 5까지의 5개 답 중 하나를 선택하도록 하였다. 최종 결과는 0부터 100사이의 값을 갖는 점수로 환산되며, 점수가 높을수록 사용자에게 더 선호되는 시스템으로 볼 수 있다. 그림 6은 각 피험자별 SUS 점수와 그 평균을 보여주는데 대부분의 점수가 60~82.5사이로 높게 나타나고 있으므로, 제안한 시스템의 사용성이 높다고 해석할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 다수 사용자의 선호도를 고려한 정보 추천 서비스를 제공하기 위해서 베이지안 네트워크로

개별 사용자의 선호도를 모델링하고, 그 결과를 AHP로 통합하여 그룹 사용자를 위한 음식점 추천 서비스를 제공하였다. 사용자 평가 결과 제안하는 시스템의 사용성이 높음을 확인하였다.

향후에는 좀 더 많은 데이터를 이용한 실험을 수행할 계획이며, 다른 추천 서비스에 제안하는 추천모델의 적용 가능성을 검토해 볼 예정이다.

참고 문헌

[1] G. Adomavicius and A. Tuzhilin, "Toward the next generation of recommender systems: A survey of the state-of-the-art and possible extensions," *IEEE T KOWL DATA EN*, Vol.17, No.6, pp. 734-749, 2005.

[2] H. Lieberman, N. W. V. Dyke, and A. S. Vivacqua, "Let's browse: A collaborative web browsing agent," *Proc. Int. Conf. on Intelligent User Interfaces*, pp. 65-68, 1998.

[3] M. O'Connor, D. Cosley, J. A. Konstan, and J. Riedl, "PolyLens: A recommender system for groups of users," *Proc. European Conf. on Computer-Supported Cooperative Work*, pp. 199-218, 2000.

[4] Z. Yu, X. Zhou, Y. Hao, and J. Gu, "TV program recommendation for multiple viewers based on user profile merging," *USER MODEL USER-ADAP*, Vol.16, pp. 63-82, 2006.

[5] A. K. Dey, "Understanding and using context," *PERS UBIQ COMP*, Vol.5, pp. 20-24, 2001.

[6] G. Tewari, J. Youll, and P. Maes, "Personalized location-based brokering using an agent-based intermediary architecture," *DECIS SUPPORT SYST*, Vol.34, No.2, pp. 127-137, 2003.

[7] C. Y. Kim, J. K. Lee, Y. H. Cho, and D. H. Kim, "Viscors: A visual-content recommender for the mobile web," *IEEE INTELL SYST*, Vol.19, No.6, pp. 32-39, 2004.

[8] M.-H. Park, S.-B. Cho, "A BN-based recommendation system reflecting user's preference in mobile devices," *Proc. of the Korea Computer Congress*, Vol.34, No.1(C), pp. 248-251, 2007.

[9] T. L. Saaty, *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, RWS Publications, 1990.

[10] J. Brooke, SUS: A "quick and dirty" Usability Scale, In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester & A. L. McClelland (eds.) *Usability Evaluation in INdustry*. London: Taylor and Francis, 1996.