

협업 필터링을 이용한 도서 추천 시스템 구축 사례

퓨처누리 정보기술연구소

2014.07

CONTENTS

1

추천 시스템

2

협업 필터링

3

도서관 시스템 적용 사례

4

향후 연구 과제

5

질의응답

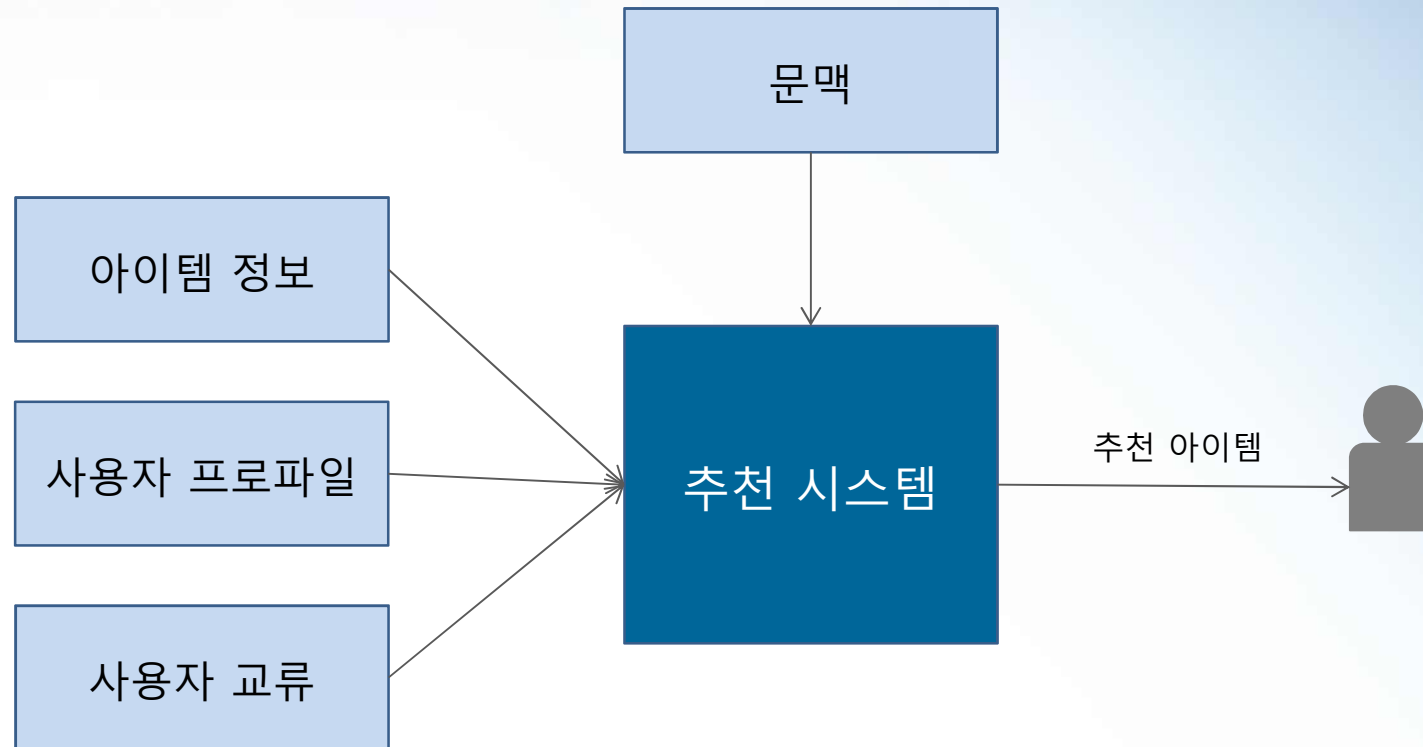


1.추천 시스템

추천 시스템 (Recommender System)

- 정보기술과 인터넷의 발전으로 디지털 정보의 폭발적인 증가
- 정보과잉에 따른 정보의 선택이 필요
- 이용자가 원하는 정보를 효율적으로 이용할 수 있도록 검색 또는 여과하는 일을 수행하는 시스템
- 최근 다양한 분야의 어플리케이션에 적용되고 있음
 - 영화, 음악, 뉴스, 도서, 연구논문, 검색어, 태깅, 각종 제품들, ...

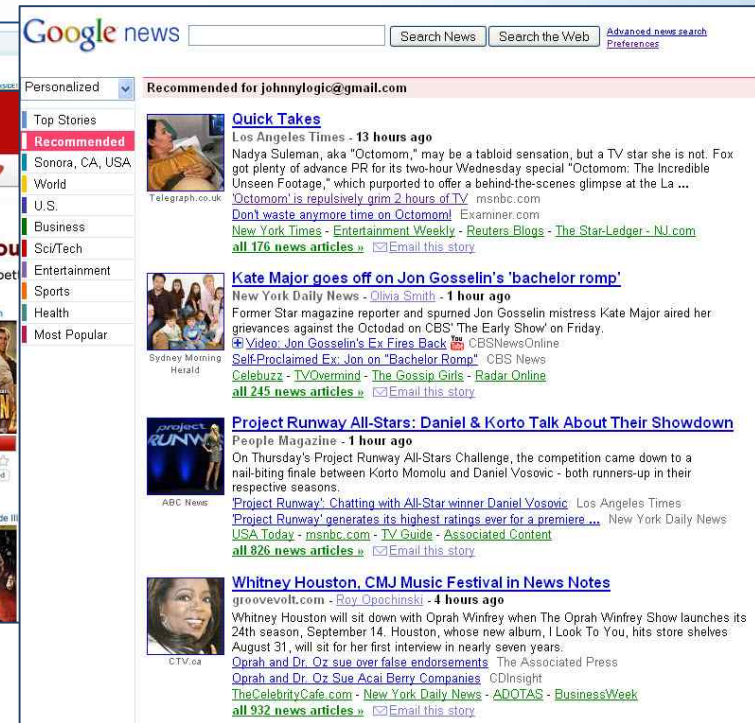
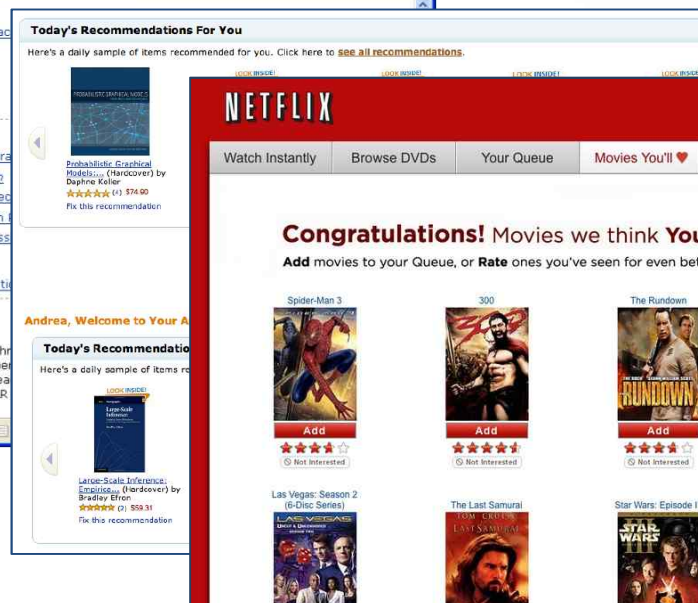
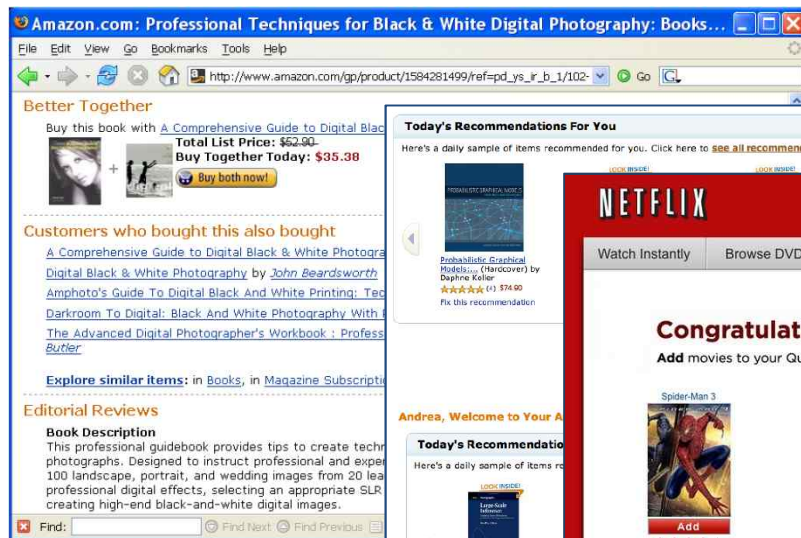
추천 시스템의 입력과 출력



- 사용자 프로파일 – 나이, 성별, 사는 곳, 자산 등
- 아이템 정보 – 아이템과 관련된 콘텐츠
- 사용자 교류 – 등급, 태깅, 북마킹, 저장, 이메일 사용 내역, 콘텐츠 열람 여부
- 문맥 – 아이템이 보여질 문맥, 문맥에 매칭하기 위해 고려될 아이템들의 하위 카테고리

추천 시스템 성공 사례

- Amazon : 판매의 35%가 추천으로 부터 발생
- Netflix : 대여되는 영화의 2/3가 추천으로 부터 발생
- Google News : 38% 이상의 조회가 추천에 의해 발생



도서 추천 서비스의 예

- 아마존과 같은 인터넷 도서 판매 사이트에서는 고객들의 구매 패턴을 이용하여 연관성이 있는 도서를 추천
- 아마존의 데이터베이스에 포함된 메타데이터인 책 제목, 저자, 장르, 사용자 코멘트, 개요 등의 정보를 분석하여 사용자에게 도서를 추천
- 알라딘 서점의 '이책을 구입하신 분들이 다음 책도 구입하셨습니다.'

Amazon.com: Professional Techniques for Black & White Digital Photography: Books...

File Edit View Go Bookmarks Tools Help

http://www.amazon.com/gp/product/1584281499/ref=pd_ys_r_b_1/102-...

Better Together

Buy this book with **A Comprehensive Guide to Digital Black & White...** by John...
Total List Price: \$62.90
Buy Together Today: \$35.38
[Buy both now!](#)

Customers who bought this also bought

[A Comprehensive Guide to Digital Black & White Photography \(Digital Photogr...](#)
[Digital Black & White Photography by John Beardsworth](#)
[Amphoto's Guide To Digital Black And White Printing: Techniques For Creating](#)
[Darkroom To Digital: Black And White Photography With Photoshop - The Art...](#)
[The Advanced Digital Photographer's Workbook : Professionals Creating and...](#)
[Butler](#)

Explore similar items: in Books, in Magazine Subscriptions

Editorial Reviews

Book Description
 This professional guidebook provides tips to create technically correct and hi...
 photographs. Designed to instruct professional and experienced amateur pho...
 100 landscape, portrait, and wedding images from 20 leading digital imaging e...
 professional digital effects, selecting an appropriate SLR camera, and manage...
 creating high-end black-and-white digital images.

Find: Find Next Find Previous Highlight Match ca

Today's Recommendations For You

Here's a daily sample of items recommended for you. Click here to [see all recommendations](#).

Page 1 of 6

[Probabilistic Graphical Models...](#) (Hardcover) by Daphne Koller
 ★★★★★ (1) \$74.90
[Fix this recommendation](#)

[Elements of Information Theory...](#) (Hardcover) by Thomas M. Cover
 ★★★★★ (7) \$80.51
[Fix this recommendation](#)

[Networks: An Introduction \(Hardcover\)](#) by Mark Newman
 ★★★★★ (5) \$70.12
[Fix this recommendation](#)

[The Elements of Statistical Learning...](#) (Hardcover) by Trevor Hastie
 ★★★★★ (45) \$82.32
[Fix this recommendation](#)

[Bayesian Data Analysis, Second...](#) (Hardcover) by Andrew Gelman
 ★★★★★ (14) \$82.41
[Fix this recommendation](#)

Andrea, Welcome to Your Amazon.com (If you're not Andrea Montanari, click here.)

Today's Recommendations For You

Here's a daily sample of items recommended for you. Click here to [see all recommendations](#).

Page 5 of 35 (show all)

[Letter-Scale Inference...](#) (Hardcover) by Bradley Efron
 ★★★★★ (2) \$59.31
[Fix this recommendation](#)

[Sense Street - Fiesta DVD ~ Cole Cruz](#)
 ★★★★★ (56) \$8.48
[Fix this recommendation](#)

[Introducing Maria Caric M...](#) (Paperback) by Christian P. Robert
 ★★★★★ (1) \$52.25
[Fix this recommendation](#)

[Music Teststers](#)
 ★★★★★ (5) \$13.49
[Fix this recommendation](#)

[Data Manipulation with R \(Use R\)](#) (Paperback) by John Fox
 ★★★★★ (1) \$46.00
[Fix this recommendation](#)

마하웃 완벽 가이드 - 하둡에 막히는 빅데이터를 활용한 기계학습

신 오윤 | 로빈 에셀 | 테드 더닝 | 불만 프리드만 (지음) | 인바생 (출간일) | 한빛미디어(한빛아카데미) | 2012-11-01 | 품격 Mahout in Action

정가 : 38,000원
 판매가 : 30,400원 (20% 7,600원 할인) [쿠폰 & FREE](#)
 알라딘 Magic 쿠폰카드 최대 30% 할인 ?
 추가할인 : 최대 1,500원 할인 [쿠폰받기](#)
 마일리지 : 310점(1%) + 멤버십(3-1%) + 5만원이상 구매시 추가 2,000점 ?
 592쪽 | 235*188mm | 975g | ISBN(13) : 9788979149609
 배송료 : 무료 ?
 수령예상일 : 지금 주문하면 '6월 16일 출고' 예상(출고후 1~2일 이내 수령)
 92.9% 최근 1주일 [\(서울 중구 동점점\)](#)

주문수량 : 1

[장바구니 담기](#) [바로구매](#) [기프트북 보내기](#) [보관함 열기](#)

eBook : [알라딘 중고](#) [회원 중고 \(4\)](#)
 출간일출 신장 : 30,000원
[중고모두보기](#)

이 책을 구입하신 분들이 다음 책도 구입하셨습니다. [by 추천마법사](#)

[새책](#) [중고책](#)

[리뷰의 기술](#) : 98%
[리뷰의 기술](#) : 98%
[오른소스 소프트웨어 상용 확률과 보고서](#) : 98%
[머신러닝 인 액션](#) : 98%
[인물면서 배우는 기계 학습](#) : 98%
[빅 데이터 분석학](#) : 95%
[다보기](#)

추천을 위한 접근방법들

- 협업 필터링 (Collaborative Filtering)
 - 사용자의 평가 내역을 이용
 - User-based, Item-based
 - 다양한 범위의 추천 가능, 많은 자료를 필요로 함
 - cold-start, scalability, sparsity 문제점을 가지고 있음
- 내용 기반 필터링 (Content-based Filtering)
 - 사용자 혹은 상품의 내용을 이용
 - Natural Language Processing, Information Retrieval 등 분야의 기법을 사용
 - 예) 영화의 설명을 참고하여 유사한 영화를 추천
 - 적은 자료로 추천 가능하나 추천 범위가 좁음
- 하이브리드 추천 시스템 (Hybrid Recommender System)
 - Collaborative Filtering + Content-based Filtering
 - 몇몇의 경우에 더 효과적
 - 대표적인 예 : Netflix
 - cold-start, sparsity 문제의 극복을 위해 사용되기도 함



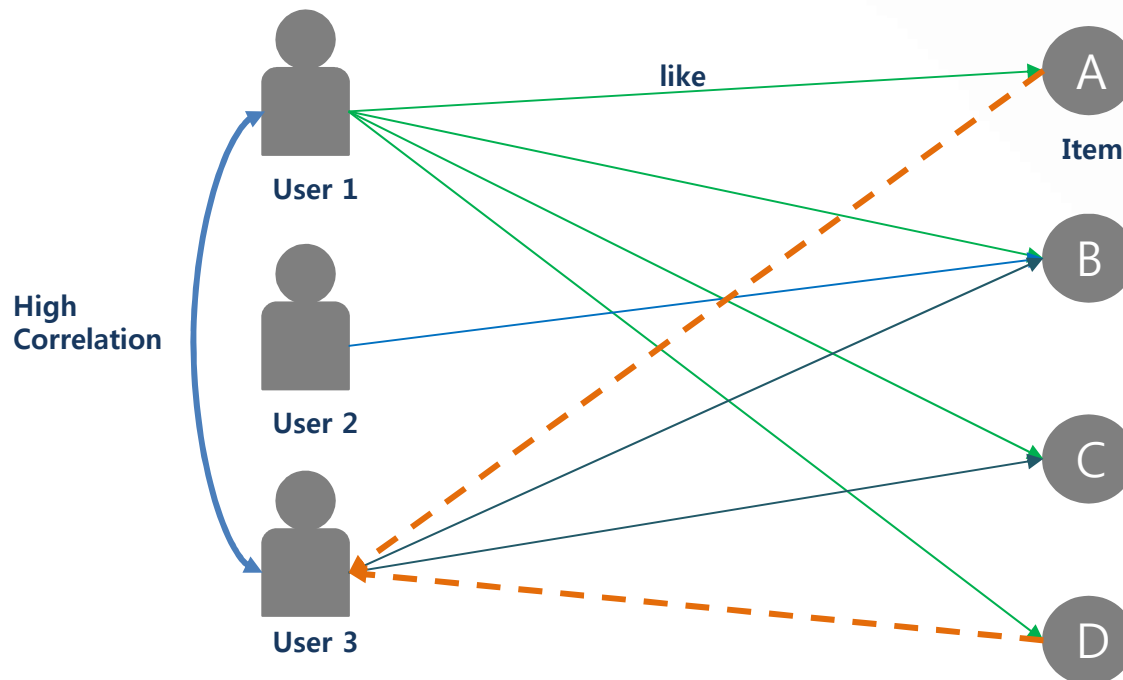
2.협업 필터링

협업 필터링 (Collaborative Filtering)

- 추천시스템에서 추천을 위한 접근방법 중의 한가지
- “많은 사용자로부터 얻은 기호정보(taste information)에 따라 사용자들의 관심사들을 자동적으로 예측하게 해주는 방법” - Wikipedia.
- 사용자들의 과거의 경향이 미래에서도 그대로 유지 될 것이라고 가정
- 고객들의 선호도와 관심 표현을 바탕으로 선호도, 관심에서 비슷한 패턴을 가진 고객들을 식별해 내는 기법
- 사용자 기반 필터링 (User Based Collaborative Filtering)
- 아이템 기반 필터링 (Item Based Collaborative Filtering)

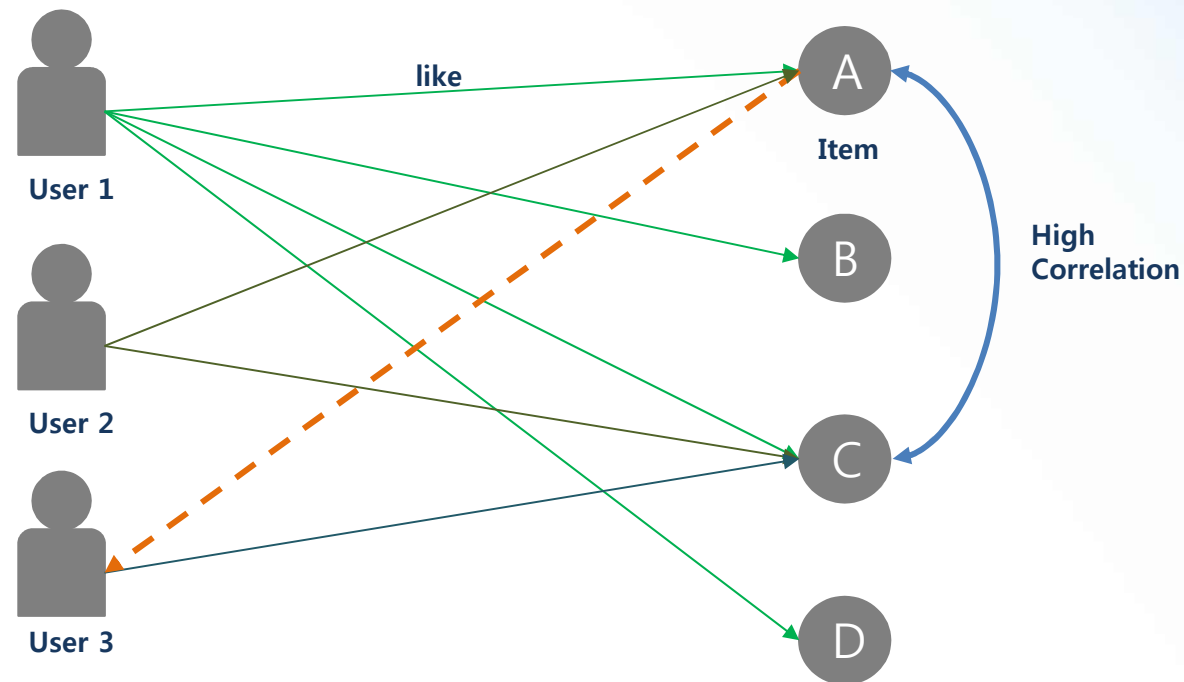
사용자 기반 (User Based Collaborative Filtering)

- 비슷한 선호도를 가지는 다른 고객들의 상품에 대한 평가에 근거하여 추천
- 우선 비슷한 성향을 가진 이웃을 찾고, 그 이웃의 선호도를 이용
- 이웃을 선정하는 방법은 유사도 계산 알고리즘을 이용
- 두 고객이 모두 평가를 한 상품이 있어야 하고, 오직 두 고객 사이에서만 상관 관계를 구할 수 있는 제약이 있음



아이템 기반 (Item Based Collaborative Filtering)

- 사람들이 과거에 좋아했던 상품과 비슷한 상품을 좋아하는 경향이 있는 것을 기반으로 함
- 고객이 선호도를 입력한 기존 상품들과, 예측하고자 하는 상품과의 유사도를 계산하여 선호도를 측정
- 고객들의 선호도만을 이용하기 때문에 고객간의 유사도는 고려되지 않음



협업필터링을 이용한 아이템 추천 과정

- 단계 1 : 표현 작업 (Representation)
 - 이용자가 평가했던 아이템을 이용하여 모형화 하는 단계
- 단계 2 : 이웃 형성 (Nearest Neighborhood)
 - 유사한 이웃을 식별하기 위한 단계
- 단계 3 : 추천 생성 (Generation of Recommendation)
 - 특정 이용자에게 다른 이용자가 평가한 아이템을 추천하는 단계



단계 1 : 표현 작업

- 이용자가 평가했던 아이템을 이용하여 모형화 하는 단계
- 이용자 m 명과 아이템 n 개의 선호도 집합
- 이용자-아이템 행렬로 표현 ($R = m \times n$)
- 행렬의 각 성분값은 선호도의 값
 - 명시적 평가 (explicit ratings)
 - 암묵적 평가 (implicit ratings)

Table 1: The representation matrix $m \times n$

$m \times n$	Item 1 Pringles	Item 2 Rafaello	Item 3 Snickers	Item 4 Cola	Item 5 Pepsi	Item 6 Napoleon
User 1: John	1	5		2	4	?
User 2: Alex	4	2		5	1	2
User 3: Yngve	2	4	3			5
User 4: Lars	2	4		5	1	

<http://recommender.no/representation-step-recommender-algorithms/>

단계 2 : 이웃 형성

- 유사한 이웃을 식별하기 위한 단계
- 각각의 이용자에 대해 순위화된 이용자 리스트를 찾는 것
- 추천시스템 알고리즘
 - 이웃형성 과정을 통해 모델을 만들거나 학습하는 과정
- 이웃집단을 형성하기 위한 단계
 - 유사도 계산 알고리즘을 통해 특정 이용자와 모든 다른 이용자 사이의 유사도를 구한다
 - 이웃 집단의 규모를 결정 (몇 명의 이용자를 이용할지 결정)
- 이웃집단의 규모를 결정하는 방법
 - 특정 가중치 이상인 이용자(Thresholding)
 - 가중치 기준 상위 M명의 이용자 (Best-n-neighborhood)

유사도 계산 알고리즘

- 유클리디안(Euclidean) 거리 점수 기반
- 코사인(Cosine) 기반
- 자카드 계수 (Jaccard) 기반
- 피어슨 상관계수
- 맨해튼 거리
- ...

단계 3 : 추천 생성

- 특정 이용자에게 다른 이용자가 평가한 아이템을 추천하는 단계
- 이웃 집단으로 부터 상위 N개의 아이템을 추출하여 순위화
- 순위화 방법은 척도에 따라 다름
 - 단순 빈도를 기준
 - 추천할 아이템에 대한 특정 이용자의 예측 선호도 값의 정렬
- 예측 선호도 구하는 방법
 - 특정 아이템에 대한 모든 이용자의 선호도를 가중평균하여 계산

협업 필터링 기법의 장점

- 내용이 어떤 형태로 되어 있든 정보를 검색할 수 있다
- 개인화된 추천을 제공할 수 있다
- 이용자가 검색하고자 하는 내용을 포함하지는 않지만 이용자에게 가치 있는 아이템을 추천할 수 있다

협업 필터링 기법의 단점

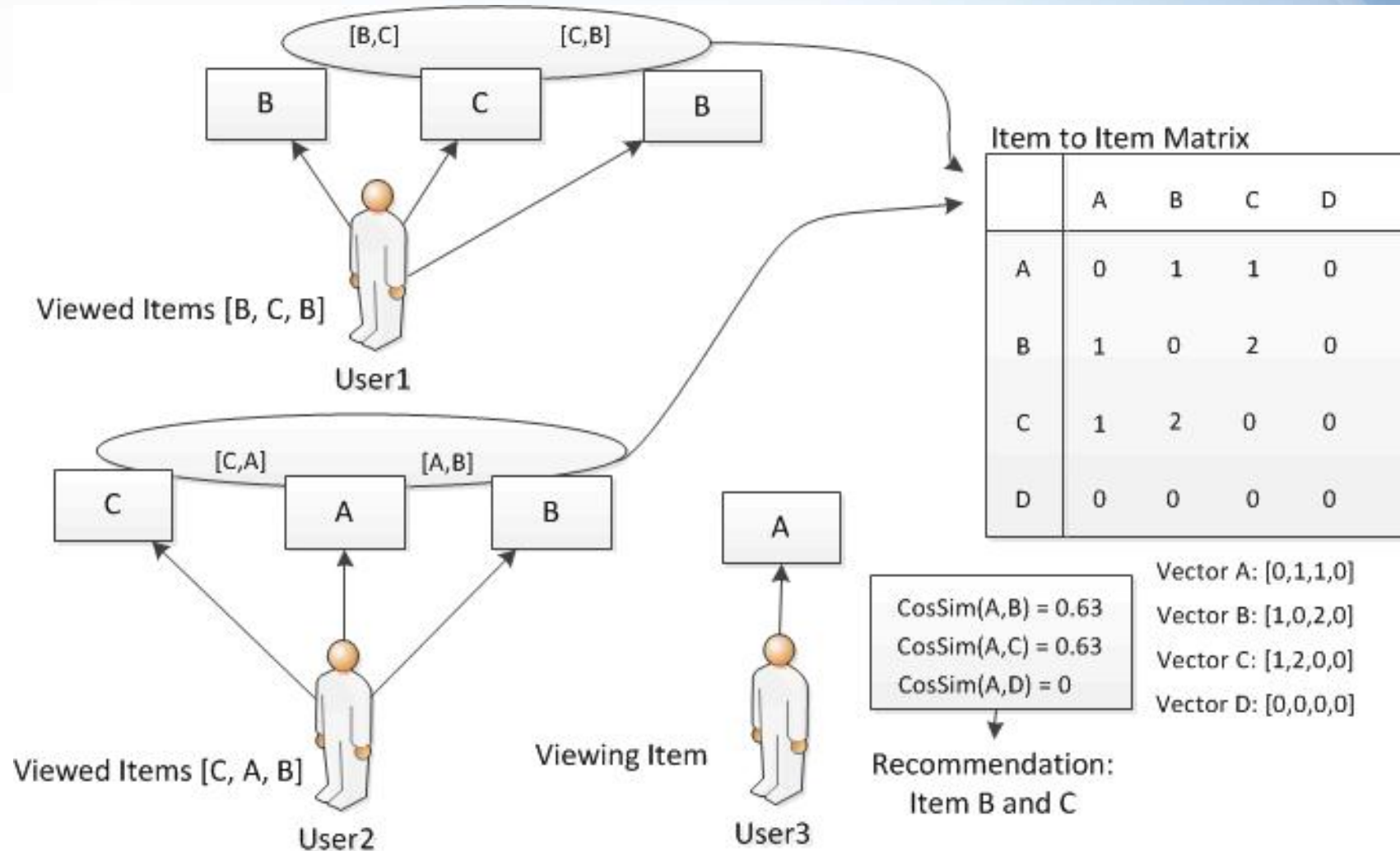
- 초기 평가자 문제 (Cold start)
 - 새로운 아이템이 추가되면 누군가가 선호도를 입력하거나 이용하기 전에 그 아이템을 추천할 수 없는 문제
- 희소성 문제 (Sparsity)
 - 다수의 아이템에 대해 모든 이용자가 평가할 수 없기에 이용자-아이템 행렬의 평가 값들은 매우 희박한 상태가 됨
- 확장성 문제 (Scalability)
 - 고객과 거래 데이터가 증가함에 따라 유사한 고객군을 찾기위한 연산량이 기하급수적으로 증가하는 현상이 발생

Amazon.com Item-to-item Collaborative Filtering

- 상품 대 상품 (Item-to-Item) 관계를 이용하여 추천하는 방식
 - 개인의 성향은 중요하지 않음, 전체 사용자들의 패턴이 중요
- 추천에 필요한 상품과 상품의 관계를 미리 계산해 둠
- 사용자가 Item A를 보고 있을 때, A와 item-to-Item 관계성이 높은 상품 B,C,D를 즉시 추천
- 알고리즘

For each item in product catalog, $I1$
For each customer C who purchased $I1$
For each item $I2$ purchased by
customer C
Record that a customer purchased $I1$ and $I2$
For each item $I2$
Compute the similarity between $I1$ and $I2$

Amazon.com Item-to-item Collaborative Filtering



출처 : <http://kunuk.wordpress.com/2012/03/04/how-does-the-amazon-recommendation-system-work-analyze-the-algorithm-and-make-a-prototype-that-visualizes-the-algorithm/>

3. 도서관 시스템 적용 사례

적용 시스템 개요

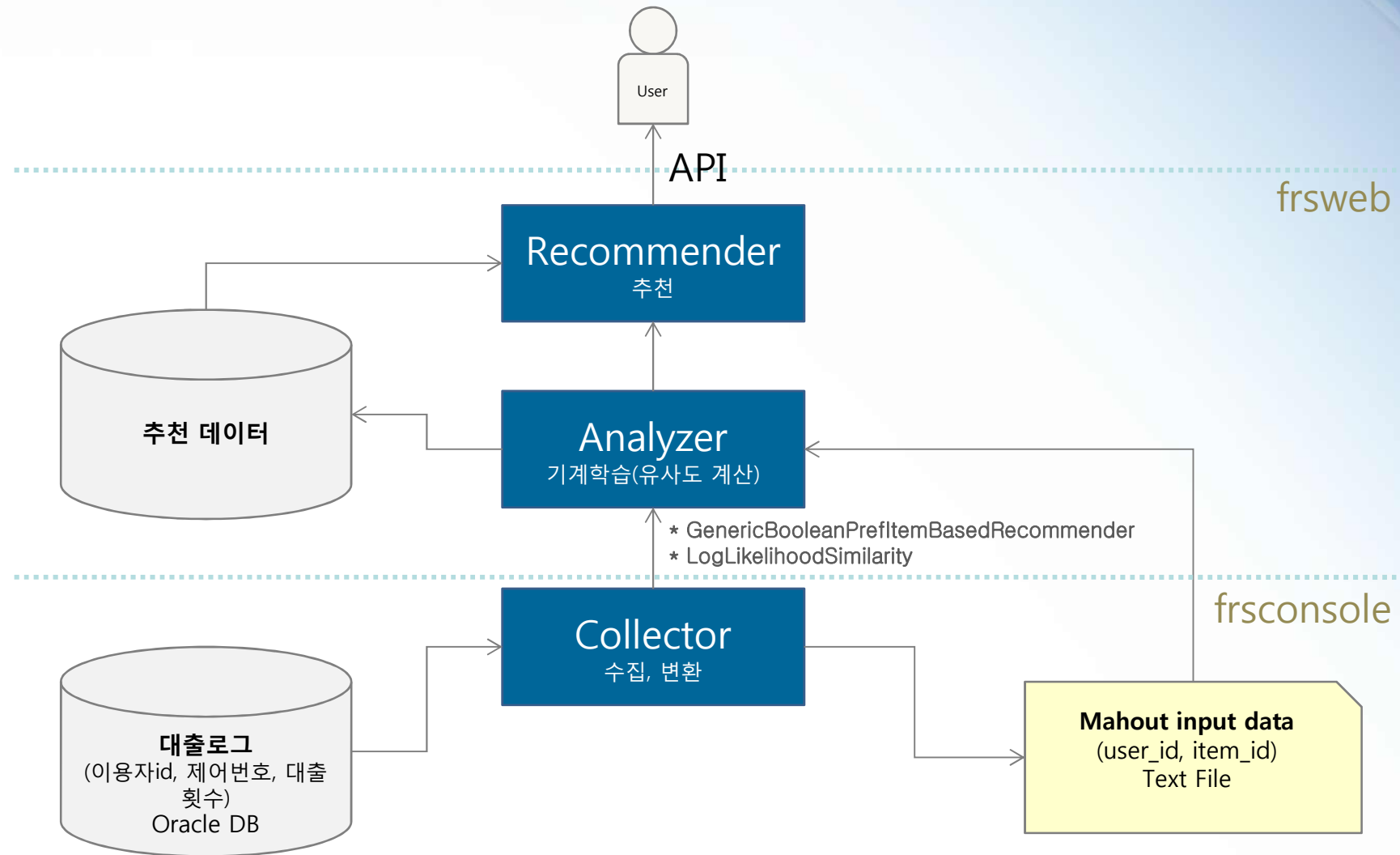
- 협업 필터링 기법 이용 도서 추천
- Item Based Collaborative Filtering
- 아파치 머하웃 (Apache Mahout)의 협업필터링 라이브러리인 Taste Package 이용
- 아이템간 유사도 계산은 로그우도 기반 유사도 계산 알고리즘 (Log-likelihood Similarity) 이용
- 선호도 자료는 최근 도서 대출 로그 300만건 이용
- 1회/1일 학습 후 추천자료 생성
- 학습 및 추천에 요구되는 자원 및 성능을 고려하여 별도의 시스템으로 구축
- 도서관 홈페이지(TULIP WEB)와 오픈API 형태로 연계하여 추천자료 제공

아파치 머하웃 (Apache Mahout)

- 아파치 소프트웨어 재단의 한 프로젝트
- 분산처리가 가능하고 확장성을 가진 기계학습용 라이브러리
- 비슷한 특성을 가진 데이터를 분류하고 정의하는 작업 및 협업필터링을 수행
- 머하웃(Mahout)의 사전적 의미는 '코끼리를 부리는 사람'
- 머하웃의 목표
 - 전통적인 기계학습 알고리즘을 효율적이고 확장 가능하도록 구현하고 대용량 데이터 처리가 가능하도록 하둡(Hadoop) 위에서 동작할 수 있게 알고리즘을 개선하는 것
- 머하웃의 핵심 테마
 - 추천엔진(협업 필터링), 군집, 분류



적용 시스템 구성도



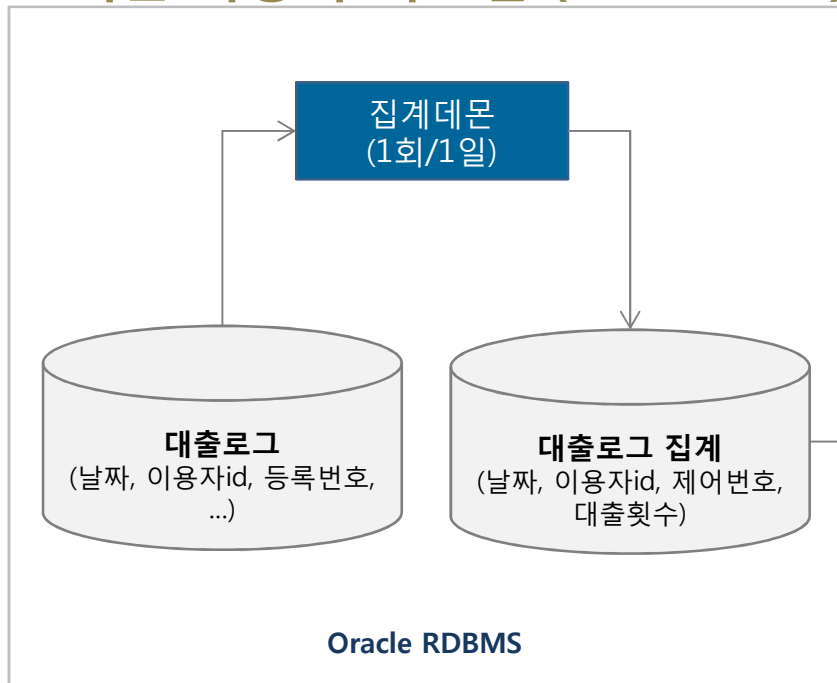
선호도 자료

- 최근 도서 대출 로그
- 이용자ID, 서지 제어번호 항목으로 구성
- 학습대상 자료건수 : 300만건
 - 추천 성능에 영향을 주는 특정 자료실 제외
 - 딸림자료 대출 제외
 - 대출자수 2인 미만인 자료 제외

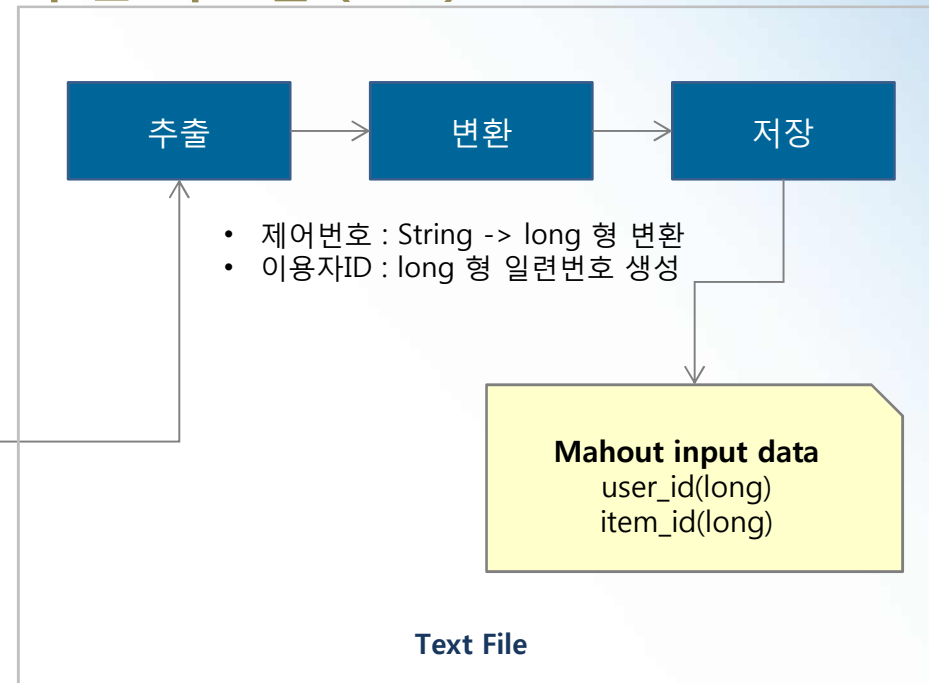
수집변환기(Collector)

- LAS의 집계데몬이 1회/1일 대출로그를 제어번호 기준으로 집계 / 저장
- 추출 조건에 따라 대출로그 집계자료 추출
- 머하웃용 입력자료로 변환 (String -> long형 변환, 일련번호 생성)
- 텍스트 파일 포맷으로 저장
- 수집변환이 완료되면 분석기 및 추천기를 재구동

도서관 자동화 시스템 (TULIP LAS)



추천 시스템 (FRS)

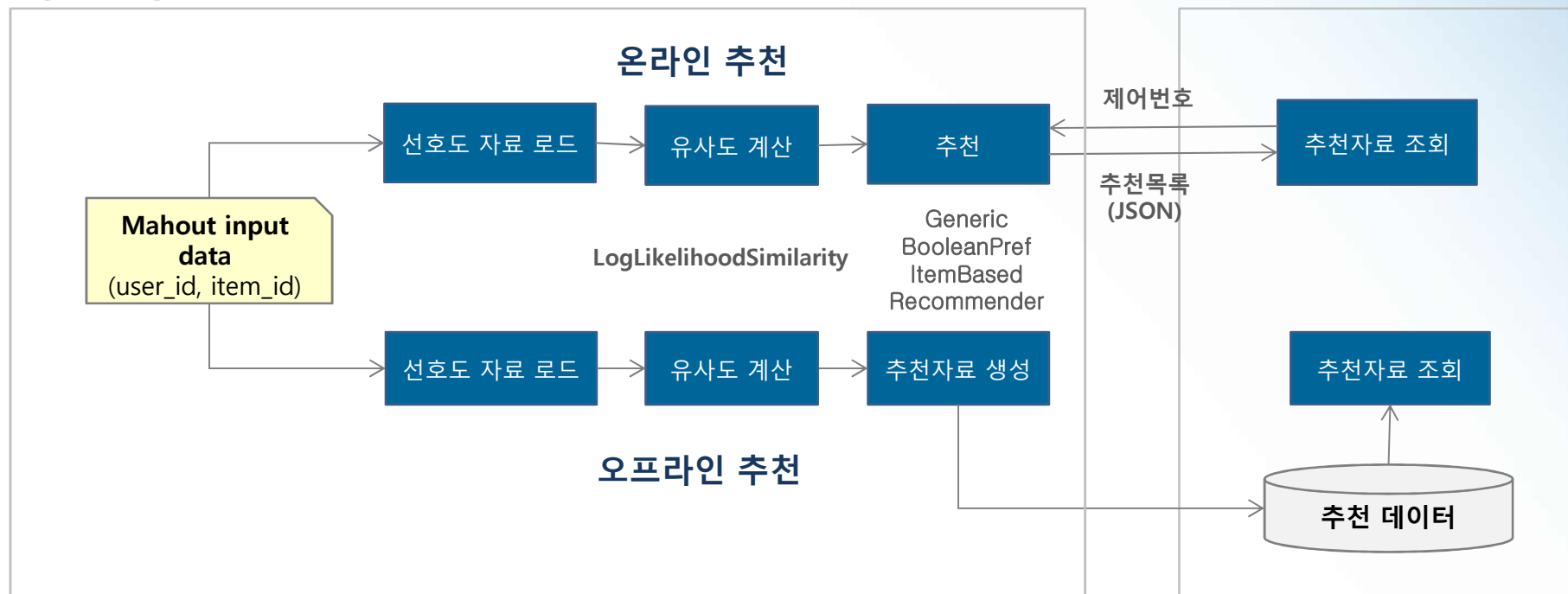


분석기(Analyzer)

- 머하웃용 선호도 파일을 입력자료로 로드
- LoglikelihoodSimilarity로 유사도 계산
- GenericBooleanPrefItemBasedRecommender로 추천자료 생성 / 추천
- 오프라인 방식 : 추천자료를 미리 생성하고 홈페이지에서 직접 조회
- 온라인 방식 : 추천기를 통해 실시간 추천서비스

추천 시스템 (FRS)

도서관 홈페이지 (TULIP WEB)



추천기(Recommender)

- Analyzer에 의해 생성된 유사도 계산 결과를 이용하여 추천
- Open API 방식으로 도서관 홈페이지 서지상세와 연계
 - 제어번호를 입력 파라메타로, 추천목록은 JSON 포맷으로 제공
- 관리자용 추천자료 조회 화면

The screenshot displays two browser windows. The left window shows a JSON response from the Recommender API, listing recommended items with their IDs and similarity scores. The right window shows the 'Recommender List' interface, which includes a search bar for '제어번호' (Control No.) and a '추천' (Recommend) button. Below the search bar, it displays '집단지성이란 무엇인가 : 우리는 나보다 똑똑하다' (What is Collective Intelligence: Are we smarter than we are?). A table titled '추천 도서 목록' (Recommended Book List) follows, containing 20 items with columns for No., Control No., Title, Author, Publisher, Publish Year, Call No., and Score. At the bottom, it shows 'Processing Time : 0.035 seconds'.

*** Open API (JSON)**

```
{
  "recommendedItems": [
    {
      "item": {
        "value": "0.98071545",
        "id": "692140",
        "value": "0.97811913",
        "id": "1244328",
        "value": "0.97659725",
        "id": "1361336",
        "value": "0.9755019",
        "id": "1055883",
        "value": "0.9740335",
        "id": "118026",
        "value": "0.97379166",
        "id": "1106184",
        "value": "0.96696836",
        "id": "1299981"
      }
    },
    {
      "value": "0.9651771",
      "id": "1163263",
      "value": "0.9651771",
      "id": "1345851",
      "value": "0.9647686",
      "id": "0.9606212",
      "id": "1261003",
      "value": "0.9597337",
      "id": "1235816",
      "value": "0.9578871",
      "id": "0.95781296",
      "id": "696049",
      "value": "0.95765364",
      "id": "983528",
      "value": "0.9562975",
      "id": "0.9553403",
      "id": "761814"
    }
  ]
}
```

No.	Control No.	Title	Author	Publisher	Publish Year	Call No.	Score
1	000000992140	집단지성 : 사이버공간의 인류학을 위하여	Levy, Pierre	문학과지성사	2002	305.42 L579한	0.98071545
2	000001244328	나보다 똑똑한 우리	Libert, Barry	릭스미디어	2010	658.044 L615w한	0.97811913
3	000001361336	Dialogue : 소셜미디어와 집단지성	윤영민	한양대학교출판부	2011	302.23 문 74d	0.97659725
4	000001055883	위키노믹스	Tapscott, Don	북미심일 21세기북스	2007	658.046 T169w한	0.9755019
5	00000118026	근대국가의 이해	Pierson, Christopher	일신사	1998	320.1 P615m한	0.9740335
6	000001106184	그룹 지니머스	Sawyer, R. Keith	북점	2008	658.4063 Sa97g한	0.97379166
7	000001299981	매크로 위키노믹스 : 더 강력해진 집단지성, 비즈니스를 넘어 일상까지 바꾸다	Tapscott, Don	북미심일 21세기북스	2011	303.4833 T169m한	0.96696836
8	000001163263	불안, 그 두 얼굴의 심리학	Bandelow, Borwin	두리와의이과리	2008	152.46 B221a한	0.9651771
9	000001345851	알마지엔 달라진다 : '1조 시간'을 가진 새로운 대중의 탄생	Shirky, Clay	갈리온 : 웅진씽크빅	2011	303.4833 Sh65c한	0.9651771
10	000001210513	모바일 미디어와 새로운 인간관계 네트워크의 출현 : 휴대전화는 사회관계를 어떻게 바꾸고 있는가?	Ling, Richard Seyler	커뮤니케이션북스	2009	303.4833 L646n한	0.9647686
11	000001229738	Mobile communications : an introduction to new media	Haddon, Leslie	Berg	2009	302.23 H117m	0.9624826
12	000001261003	(개인과 조직, 시장과 사회를 뒤바꾸는) 소셜 네트워크 e혁명	Fraser, Matthew	별간	2010	302.30285 F863한	0.9606212
13	000001235816	철학의 진화 : 이기적 개인의 토포텍 전략	Axelrod, Robert M	시스템다 : 마루벨	2009	302.14 Ax22e 2006한	0.9597337
14	000001467261	(쉽게 읽는) 후만	Berghaus, Margot	한울	2012	303.4833 L96821한	0.9578871
15	000001209765	The affect effect : dynamics of emotion in political thinking and behavior	Neuman, W. Russell	University of Chicago Press	2007	320.019 A426e	0.9578871
16	000000696049	공간의 역사 : 단테에서 사이버스페이스까지 그 심원한 공간의 문화사	Wertheim, Margaret	생각의 나무	2002	303.4834 W439p한	0.95781296
17	000000983528	예루살렘의 아이히만	Arendt, Hannah	한길사	2006	940.5318 Ar33e한	0.95765364
18	000000817768	대중의 지배	Surowiecki, James	앤덤하우스중앙	2005	303.38 Su77w한	0.9562975
19	000001352860	사이버커뮤니케이션 이론 2.0	Thurlow, Crispin	성균관대학교출판부	2011	303.4833 T425c한	0.956215
20	000000761814	참여군중 : 휴대전화 인터넷으로 무장한 새로운 군중	Rheingold, Howard	창금가지	2003	303.4833 R342e한	0.9553403

Processing Time : 0.035 seconds

* 관리자용 추천 자료 조회 화면

유레카로그인

[도서관ID로그인](#)

[HOME](#)

EWHA

SITE MAP

ENGLISH

Page 30

서비스 화면 (2)

> 상세정보
🏠 > 자료검색 > 상세정보

🔍 검색결과 돌아가기 🔄 검색화면
☐ 공유
☐ 선택레코드넣기
☐ 선택레코드보기
☐ 내서재
☐ Export to Refworks
☐ MARC

KI신서 ; 1753

집단지성이란 무엇인가 : 우리는 나보다 똑똑하다

찰스 리드비터 지음 ; 이순희 옮김

자료유형	단행본
개인저자	Leadbeater, Charles
	이순희
발행사항	파주 : 북이십일 21세기북스, 2009.
형태사항	328 p. ; 23 cm.
원표제	We-think : mass innovation, not mass production
ISBN	9788950918125
서지주기	참고문헌: p. 317-328
언어	한국어
분류번호	306.46



★★★★★ 0.0

서평

이책과 함께 대출한 도서


 집단지성 : 사이버공간
의 인류학을 위하여


 나보다 똑똑한 우리


 Dialogue : 소셜미디어
와 집단지성

소장정보
M SMS발송 B 본관대출

전체 중앙도서관

No.	소장처/자료실	청구기호	도서상태	반납예정일	예약	서비스	등록번호
1	중앙도서관 3층 일반자료실	.306.46 L469w한	대출가능			M B	101018383
2	중앙도서관 3층 일반자료실	.306.46 L469w한 c.2	대출가능			M B	101018384

청구기호 browsing ◀ ▶

High technology and low-income communities : prospects for the positive use of advanced

Page 31

32

4. 향후 연구 과제

향후 연구 과제

- 본 시스템 에서 제공하는 추천 데이터 활용도 조사 및 분석
- 도메인 특화정보 추가 분석 (IDRescorer)을 통한 추천 성능 개선
 - 주제분야, 이용자 속성, 아이템 속성
- 이용자 기반 추천 서비스 구현 및 아이템 기반 추천 서비스와 비교 분석
- 서지상세 뷰 기준 추천 구현 및 대출기준 추천과의 비교분석
- 추천 서비스 확장
 - 개인 서재의 도서 목록을 이용한 도서 추천 서비스
 - 태그 정보를 이용한 태그, 도서 추천 서비스
 - 서평 정보를 이용한 도서 추천 서비스
 - 검색어 로그를 이용한 검색어 추천 서비스
 - 게시물 정보를 이용한 게시판 게시물 추천 서비스

참고자료

1. Greg Linden, "Amazon.com Recommendations: Item-to-item Collaborative Filtering", Internet Computing, IEEE, 2003.
2. 정영미, "필터링 기법을 이용한 도서 추천 시스템 구축", 정보관리연구, Vol.33, No.1, 2002.
3. 윤종완, "집단지성 프로그래밍", 한빛미디어, 2008.
4. 전희원, "실전예제로 살펴보는 집단지성 프로그래밍", 인사이트, 2011.
5. 안태성, "머하웃 완벽 가이드", 한빛미디어, 2012.
6. <http://www.slideshare.net/pitzcarraldo/mahout-cook-book>
7. http://en.wikipedia.org/wiki/Recommender_system
8. <http://rosaec.snu.ac.kr/meet/file/20120728b.pdf>
9. <http://www.cimerr.net/board/view.php?id=iemagazine2&no=274>
10. http://ko.wikipedia.org/wiki/협업_필터링
11. <http://kunuk.wordpress.com/2012/03/04/how-does-the-amazon-recommendation-system-work-analyze-the-algorithm-and-make-a-prototype-that-visualizes-the-algorithm/>



5. 질의응답