

A Customized Healthy Menu Recommendation Method Using Content-Based and Food Substitution Table

Yoori Oh[†] · Yoonhee Kim^{**}

ABSTRACT

In recent times, many people have problems of nutritional imbalance; lack or surplus intake of a specific nutrient despite the variety of available foods. Accordingly, the interest in health and diet issues has increased leading to the emergence of various mobile applications. However, most mobile applications only record the user's diet history and show simple statistics and usually provide only general information for healthy diet. It is necessary for users interested in healthy eating to be provided recommendation services reflecting their food interest and providing customized information. Hence, we propose a menu recommendation method which includes calculating the recommended calorie amount based on the user's physical and activity profile to assign to each food group a substitution unit. In addition, our method also analyzes the user's food preferences using food intake history. Thus it satisfies recommended intake unit for each food group by exchanging the user's preferred foods. Also, the excellence of our proposed algorithm is demonstrated through the calculation of precision, recall, health index and the harmonic average of the 3 aforementioned measures. We compare it to another method which considers user's interest and recommended substitution unit. The proposed method provides menu recommendation reflecting interest and personalized health status by which user can improve and maintain a healthy dietary habit.

Keywords : Content-Based Filtering, Food Substitution, Customized, Healthy Menu Recommendation

내용 기반 및 식품 교환 표를 이용한 맞춤형 건강식단 추천 기법

오유리[†] · 김윤희^{**}

요약

최근 현대인들은 풍족해진 먹을거리에도 불구하고, 특정 영양소의 과잉 및 부족 섭취로 영양불균형의 문제로 겪고 있다. 이에 따라, 건강 및 식단조절에 관한 관심이 증가하였고, 다양한 모바일시스템을 이용한 어플리케이션들이 등장하였다. 하지만 대부분의 어플리케이션들은 섭취한 식단을 기록하고 단순한 통계를 보여주는데 그치는 수준이며 건강 식단을 위한 일반적인 정보를 제공한다. 건강에 관심 있는 사용자에게는 실질적으로 본인의 음식 선호를 반영하거나 맞춤형 권장 정보를 제공하는 추천서비스가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 사용자의 신체 및 활동 조건에 따른 권장섭취량에 대해 식품군별 교환단위수를 부여하고, 과거 섭취이력을 활용하여 음식 선호를 분석하여 식품군별 권장섭취 단위수를 만족하는 식단추천 기법을 제안한다. 또한 실험을 통하여 사용자의 선호만을 고려한 경우, 권장교환단위만을 고려하는 경우와 비교하여 정밀도, 재현율, 건강지수, 그리고 3지표의 조화평균을 도출하고 제안하는 알고리즘의 우수성을 증명하였다. 해당 기법을 활용하여 사용자는 본인의 선호를 반영하는 맞춤형 건강식단을 추천받을 수 있으며 이를 통해 건강한 식습관 개선 및 유지에 도움을 줄 수 있다.

키워드 : 내용기반 필터링, 식품교환, 맞춤형, 건강 식단 추천

1. 서론

최근 현대인들은 과거보다 여러 가지 다양한 음식들을 섭취하고, 건강을 유지하기 위해 많은 노력을 기울인다. 특정 음식이 건강에 좋거나 신체에 좋은 영향을 미친다는 정보를

얻게 되면, 해당 음식을 구입하거나 직접 만들어 섭취하는 등의 노력을 하는 사람들이 증가하고 있는 추세이다. 그럼에도 불구하고 현대인의 영양섭취 불균형은 큰 문제로 떠오르고 있다. 2013년 국민건강통계[1]에 의하면, 에너지 섭취비율이 남성은 101.9%이지만, 여성은 91%를 섭취한 것으로 나타났다. 또한 나트륨은 정상섭취량의 3배 이상을 섭취하는데 비해, 칼슘과 칼륨은 권장량의 70%를 섭취하는 수준에 그치고 있어, 영양적인 불균형 문제가 나타나는 것을 보였다. 현대인들은 음식을 풍족하게 섭취하는 것 같지만, 실상은 영양소 부족이나 불균형을 유발하는 식습관을 가진 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 불규칙한 식사, 편식, 다이어트

[†] 준회원: 숙명여자대학교 ICT융합연구소 연구원

^{**} 종신회원: 숙명여자대학교 소프트웨어학부 교수

Manuscript Received: April 12, 2016

First Revision: June 20, 2016

Second Revision: August 8, 2016

Third Revision: November 18, 2016

Accepted: November 18, 2016

* Corresponding Author: Yoonhee Kim(yulan@sookmyung.ac.kr)

등의 요인들로 인해 발생한다.

한편, 스마트폰 이용자의 수가 증가함에 따라, 모바일 어플리케이션에서의 식단 관리 서비스들이 등장하였다. 하지만 대부분의 식단 관리 어플리케이션들은 사용자의 식단을 입력 받고, 이에 대한 단순한 통계 및 피드백을 제공하는 정도에 그치고 있다. 대부분 시스템들은 섭취한 식단에 대한 칼로리 또는 3대 영양소에 대한 섭취정보를 제공하며, 건강유지가 목적이 아닌 체중관리를 위한 칼로리 측정 도구로 활용하고 있는 수준이다. 섭취한 식사에 대한 평가 및 일반적인 건강 정보를 제공하는 시스템도 있지만, 보편적이고 유사한 정보를 반복적으로 제공함으로써 사용자의 지속적인 사용 및 흥미 유발을 어렵게 한다. 또한 사용자의 선호 및 영양섭취현황을 반영한 맞춤형 추천기능을 제공하는 시스템은 존재하지 않았다.

일반적으로 식단을 추천 받기 위해서는 영양사가 일반적으로 식단을 작성하며 칼로리 정도를 기준으로 식단을 작성하게 된다. 하지만 이는 영양적으로 균형 있는 식단을 제공할 수 있으나 개인의 선호 및 영양섭취현황을 반영하지 않기 때문에 개인에게 맞춤형 식단이 될 수 없으며 실질적으로 적용되기 어렵다. 한편 또 다른 식단 추천방법으로, 영양사와 일대일 상담을 통하여 개인 맞춤형 식단을 접할 수 있으나 이는 시간과 비용이 많이 소요되어 많은 사람들에게 적용되기 쉽지 않다. 사용자는 해당 추천 기법을 통하여 섭취 이력을 기반으로 선호를 반영하며, 본인의 신체 및 활동 조건에 따라 영양적으로 균형 있고, 실제 섭취하기 적합한 식단을 추천 받을 수 있다.

이에 본 연구에서는 사용자의 신체 및 활동정보를 기반으로 권장섭취열량을 도출하고, 이를 기준으로 식품군별 교환단위수를 부여한다. 또한 사용자의 최근 식품섭취기록을 바탕으로 잔여 교환단위수를 계산하여 식품군별 일일 권장교환단위수를 만족하는 추천 식단을 제공한다. 식단 제공 시, 밥, 국, 반찬 3개, 간식의 세트형식으로 식단을 제공하며, 이는 사용자의 기록된 과거섭취이력을 분석하여 음식의 선호를 반영하여 추천한다. 제안한 식단 추천 기법은 사용자의 영양섭취현황 및 선호를 고려하여 개인맞춤형 식단을 제공하여, 사용자의 균형적인 영양 섭취 및 건강한 식습관 형성에 도움을 줄 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 관련 연구들을 살펴보고, 3장에서는 제안된 방법의 알고리즘 및 성능 평가를 위한 실험에 대해 설명한다. 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

사용자에게 음식을 추천하는 관련 연구로는 [2-4]가 존재한다. [2]는 자기조직화지도(Self-Organizing Map: SOM)를 이용하여 음식의 영양소를 훈련하고 음식을 입력받아 유사한 음식을 추천해준다. 섭취하고 싶은 음식에 대해 영양적으로 유사한 음식을 도출하여 당뇨병환자에게 적합한 음식

을 추천해 주고 있지만, 이는 사용자가 섭취한 영양상태인 섭취현황을 고려하지 않고 사용자의 입력음식에만 의존하여 결과를 도출한다. 또한 당뇨병환자를 위한 탄수화물의 함유량에만 초점을 두고 있다. 퍼지 마크업 언어를 기반으로 음식점을 추천해주는 [3]은 온톨로지를 구성하여, 음식의 열량, 음식점까지의 거리, 음식의 가격을 퍼지화하였다. 열량이 낮을수록, 거리가 멀수록, 가격이 낮을수록 추천레벨이 높아지는 규칙을 사용하였다. 해당 연구에서는 거리가 멀수록 많은 운동으로 더 높은 추천점수를 부여하지만, 대중교통 및 다른 수단을 이용하여 음식점에 도달 할 수 있는 등 많은 경우가 있다. 따라서 이는 일반적으로 적용할 수 있는 변수가 아니며 음식점을 추천하는데 판단 변수로 적용되기에 무리가 있다. [4]는 사용자의 선호 및 음식에 포함된 재료의 양을 고려한 음식 추천기법을 제안한다. 사용자의 음식 검색 및 요리 기록을 기반으로 선호를 도출하고, 음식의 재료 양을 고려하여 음식을 추천한다. 그러나 이는 사용자의 선호를 반영하는데 초점을 두었고, 건강 및 섭취현황에 대한 고려를 하지 않았다는 단점을 가졌다.

또한 본 논문에서 제안하는 기법과 유사한 식단 추천 연구로는 [5, 6]이 있다. 스마트폰에서의 개인 건강관리 시스템을 제안하는 [5]는 하이퍼네트워크를 이용한 식단 추천 서비스를 제공한다. 사용자가 입력한 식단을 기반으로 취향을 반영하여 식단을 제공한다. 하지만 사용자의 영양섭취현황을 고려하지 않고, 음식의 칼로리만 고려한다는 한계가 있다. 또한 [6]은 온톨로지를 이용하여 식단 및 운동을 추천하는 시스템을 제안하였다. [6]은 사용자정보, 음식, 운동, 질병에 대한 온톨로지 모델을 구성하고 규칙을 정의하였다. 그러나 사용자의 비 선호음식을 필터링하고, 열량 및 타 영양소의 권장섭취량을 반영하는 정도에 그치고 있다.

본 논문에서는 사용자가 섭취한 음식의 칼로리를 기반으로 섭취해야할 음식 군별 교환단위 표를 생성하여, 과거 섭취한 음식을 기반으로 선호음식을 추출하여 사용자 맞춤형 추천 식단을 제공하는 방법을 제공하고자 한다. 이는 사용자에게 음식 선호를 반영하고 건강한 영양섭취를 위한 맞춤형 추천 식단 제공을 가능하도록 한다.

3. 식단 추천 기법

3.1 데이터베이스 및 권장섭취 분석

표준 음식 및 식단에 대한 데이터를 구축하기 위하여 식품의약품안전처의 식품영양성분 데이터베이스[7] 및 대한영양사협회[8]의 음식 데이터를 기반으로 데이터베이스를 구성하였다. 데이터베이스는 표준음식 테이블과 교환단위 테이블로 구성되어 있다. 표준음식 테이블은 음식에 함유된 영양소정보를 포함하고 있으며, 교환단위 테이블은 음식에 대해 음식군 별 분배단위 정보를 포함하고 있다. 표준음식 테이블의 각 레코드는 음식별로 번호, 해당 음식군, 하위 음식군, 제공단위, 1회제공량(g), 열량(kcal), 탄수화물(g), 단백질(g), 지방(g), 나트륨(mg), 포화지방산(g), 칼슘(mg), 철분

(mg)의 정보를 포함한다. 교환단위 테이블의 각 레코드는 음식 군, 하위 음식군, 음식명, 1회 제공량(g), 열량(kcal), 음식군 별(곡류군, 어육류군, 채소군, 지방군, 우유군, 과일군) 분배단위, 식단분류의 정보를 포함한다. 예를 들어, 현미밥의 경우, [곡류 및 그 제품, 잡곡밥(콩밥 포함), 현미밥, 250, 348, 3.4, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 밥]의 데이터로 표현된다. 시래기된장국은 [곡류, 된장국, 시래기된장국, 250, 52, 0, 0.1, 1, 0, 0, 0, 국]의 데이터로 표현된다. 또한 부추전은 [채소류, 전류, 부침개류, 부추전, 150, 253.5, 1.9, 0, 0.4, 0.6, 0, 0, 반찬]의 데이터로 표현된다.

사용자의 권장섭취량을 파악하기 위하여, Equation (1)을 기반으로 신체 및 활동정보를 이용하여 에너지추정량을 도출한다[9]. 성별에 따라 다른 수식이 적용되며, 나이, 키, 몸무게, 활동계수를 적용하여 일일 권장열량섭취량을 도출하게 된다. 또한 도출된 권장열량에 따라, 음식 군별 교환단위가 배정된다. Table 1은 일부 열량에 따른 음식 군별 교환단위를 제시한다[8].

Table 1. Food Substitution Table for each Recommended Calorie and Food Group

Calorie (kcal)	Grains	Fish& Meat	Vegetables	Fats	Milk	Fruits
2000	10	5	7	4	2	2
2100	10	6	7	4	2	2
2200	11	6	7	4	2	2
2300	11	7	8	5	2	2
2400	12	7	8	5	2	2
2500	13	7	8	5	2	2

$$\begin{aligned}
 E(\text{에너지추정량: Male}) &= 622 - 9.53 * \text{Age}(\text{year}) + PA[15.91 * \text{Weight}(\text{kg}) + 536.6 * \text{Height}(\text{m})] \quad (1) \\
 PA &= 1.0(\text{비활동적}), 1.1(\text{저활동적}), \\
 &1.25(\text{활동적}), 1.48(\text{매우 활동적}) \\
 E(\text{에너지추정량: Female}) &= 354 - 6.91 * \text{Age}(\text{year}) + PA[9.36 * \text{Weight}(\text{kg}) + 726 * \text{Height}(\text{m})] \\
 PA &= 1.0(\text{비활동적}), 1.2(\text{저활동적}), \\
 &1.27(\text{활동적}), 1.45(\text{매우 활동적})
 \end{aligned}$$

3.2 식단추천 알고리즘

알고리즘 1은 사용자의 과거 섭취 식단 기록을 이용하여 사용자의 선호를 반영하고, 권장 교환단위를 만족하는 건강식단을 제안한다. 식단은 밥, 국, 반찬 3가지, 간식의 세트로 제공한다.

먼저, 사용자의 성별, 키, 몸무게, 활동계수를 이용하여 권장열량섭취량을 도출하고, 3.1의 Table 1을 이용하여 해당하는 음식 군별 교환단위를 도출한다(line 1). 또한 현재 시간에 따라 지금까지 섭취한 열량을 계산한다. 사용자가 기록한 섭취음식은 표준음식 테이블의 열량을 참고하여 총 섭취한 열량을 계산한다(line 2). 현재 시간에 따라 섭취하고자하는 음식 군별 교환단위를 도출한다. 아침 또는 점심일 경우, 권장량의 1/3을 적용하고, 저녁일 경우, 당일 아침과 점수에

섭취한 열량을 이용하여 섭취한 교환단위를 추정한다. 일일 권장 교환단위에서 섭취한 교환단위의 차를 저녁식사에 섭취하고자하는 교환단위 기준으로 적용한다. 해당 내용은 식품영양학과 전문가의 자문을 구하여 적용하였다(line 3-8).

사용자의 선호하는 하위 음식군을 도출하기 위하여 현재까지 기록된 모든 섭취 식단을 이용하여 하위 음식군별 가중치를 계산한다(line 9-11). 가중치는 Equation (2)을 이용하여 계산한다. 본 연구에서는 사용자의 선호를 분석하기 위하여 과거 섭취이력을 바탕으로 내용 기반 필터링을 적용한다. 사용자는 본인이 섭취한 음식을 기록하고 이를 기반으로 선호하는 하위 음식군의 가중치를 도출한다. 음식 데이터베이스에는 식품군, 하위 음식군에 대한 정보가 부여되어 있다. 따라서 하위 음식군의 가중치는 다음과 같이 정의될 수 있다[10]. 하나의 음식 군에 여러 개의 하위 음식군 n개가 있을 때, 하위 음식군 i의 섭취 횟수와 하위 음식군 i가 속한 음식군의 총 섭취횟수를 곱하고 하위 음식군의 개수로 나눈다(2).

Algorithm 1. Menu Recommendation
Input: History of Intake Food $F_{\text{history}}[]$
Output: Food Set Food[] $F_{\text{suggestion}}$

```

1:  $Recom[] \leftarrow \text{CalculateRDA}(\text{sex, height, weight, PA});$ 
2:  $Intake[] \leftarrow \text{SumOfIntake}(\text{CurrentTime});$ 
3: switch(meal){
4:   Case breakfast || lunch :
5:      $Criterion \leftarrow Recom * 1/3;$ 
6:   Case dinner :
7:      $Criterion \leftarrow Recom - Intake;$ 
8: }
9: for each SubGroup  $SG_i$  in  $F_{\text{history}}$  do
10:   $W_i = (SG_i * \sum_{j=1}^n SG_j) / n;$ 
11: end for
12: //rice, soup, 3 side dish, snack
13: for each F in  $F_{\text{suggestion}}$  do
14:   $F \leftarrow \text{food of Max}(W_i);$ 
15: end for
16: //[grain, fish&meat, vegetable, fat, milk, fruit] group
17: for each group in SubstitutionGroup do
18:  if  $\text{sum}(\text{group portion of } F) > \text{Criterion}$  then
19:    Exchange F to F' of lower amount;
20:  else if  $\text{sum}(\text{group portion of } F) < \text{Criterion}$  then
21:    Exchange F to F' of higher amount;
22:  end if
23: end for

```

Algorithm 1. Menu Recommendation

이를 활용하여 각 하위 음식군은 사용자의 섭취이력을 기반으로 가중치를 계산할 수 있다. 예를 들어, “곡류 및 그 제품” 음식 군에 “잡곡밥(콩밥포함)”, “비빔밥, 볶음밥”, “국수, 칼국수, 우동”의 하위 음식군이 포함되어 있고, 각각 2, 5, 3회 섭취했다고 가정한다. 이때, “잡곡밥(콩밥포함)”의 가중치는 $(2*10)/3=6.67$ 이고 “비빔밥, 볶음밥”의 가중치는 $(5*10)/3=16.67$ 이 된다.

$$W_i = \frac{C_i^* \sum_{j=1}^n C_j}{n} \quad (2)$$

식단은 밥, 국, 반찬 3가지, 간식의 세트로 제공된다. 우선, 가장 많이 섭취한 음식을 이용하여 밥, 국, 반찬 3가지, 간식의 세트를 생성한다(line 12-15). 그리고 배정된 음식들의 음식 군별 교환단위의 합을 권장 교환단위수와 비교하여 만족여부를 확인한다. 배정된 음식이 특정 음식 군에서 과잉 또는 부족한 교환단위를 가지고 있는 경우, 다른 음식으로 대체하게 된다. 이 때, 이전에 계산한 하위 음식군의 가중치를 이용하여 사용자가 선호하는 음식으로 교환하며 과잉 교환단위를 가진 경우, 적은 교환단위를 포함하는 음식으로, 부족 교환단위를 가지는 경우, 많은 교환단위를 포함하는 음식으로 대체한다. 또한 곡류 군에서 음식을 교환할 때는 밥, 어육류군, 채소군, 지방군에서 음식을 교환하는 경우는 국 또는 반찬에서 다른 음식으로 대체하여 식단을 생성한다. 우유군 또는 과일군에서 음식을 대체하는 경우, 간식에서 다른 음식으로 대체한다(line 16-23). 따라서 제안하는 식단 추천 방법은 사용자의 선호와 권장섭취를 반영하는 식단을 제공하게 된다.

3.3 실험

제안하는 식단추천 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 모바일 어플리케이션 Diet-A[11]를 이용하여 식단을 수집한다. Diet-A는 본 연구실에서 개발한 모바일 어플리케이션으로 사용자가 섭취한 음식을 쉽고 빠르게 입력가능하며, 기록한 식단에 대해 영양 피드백을 제공받을 수 있는 시스템이다. 섭취한 음식을 입력할 때, 양을 선택하지 않으면 기본값으로 1인분이 선택되며, 음식에 대한 양을 따로 입력하게 되면, 그 양에 비례하여 제공량, 열량, 탄수화물, 단백질, 지방, 나트륨, 포화지방산, 칼슘, 철분의 정보가 입력된다. 입력하고자하는 음식이 표준데이터베이스에 없고, 그 음식에 함유된 영양소를 아는 경우, 직접 음식 추가가 가능하다.

실험을 위해 고등학생 및 대학생 참가자를 모집하고 3개월 동안 Diet-A[11]를 사용하였다. 총 31명이 참가하였고, 참가자는 참여기간동안 실제 섭취한 음식을 기록하였다. 신체 및 활동조건을 입력하지 않은 참가자에 대해서는 대한민국 고등학생 및 대학생 평균 신체정보를 사용하였다. 식단을 추천 받는 시점에 섭취한 식단을 다양하게 설정하기 위하여 7가지의 섭취상황을 가정하였다. 예를 들어, 1번 케이스에서는 아침을 추천 받고, 2번 케이스에서는 아침에 곰국, 스크램블에그, 실곤약야채무침, 깍두기, 쌀밥을 섭취했다고 가정하고 점심을 추천받는다. 이와 같이 7가지의 추천 식단에 대한 평가지표의 평균값을 계산한다. 추천식단에 대한 예를 들어, 한 사용자의 권장열량섭취량이 2000으로, 음식군별 교환단위가 곡류군 10, 어육류군 5, 채소군 7, 지방군 4, 우유군 2, 과일군 2로 배정된다. 이 때, 사용자는 아침으로 쌀밥, 된장찌개, 숙주나물, 계란후라이를 섭취하고, 점심으로 제육덮밥을 섭취했다고 가정한다. 아침과 점심에 1531 kcal를 섭취했기 때문에, 저녁으로 469 kcal를 섭취 가능하

다. 이에 저녁에 할당된 교환단위는 곡류군 3, 어육류군 2, 채소군 1, 지방군 1이다. 사용자는 실험 기간 동안 122개의 음식을 섭취하였으며, 육류의 경우, 구이류 72, 볶음류 24, 튀김류 8회 섭취하여, 구이류는 2496의 가중치를 갖는다. 튀김류의 경우, 277의 가중치를 갖는다. 채소류의 경우, 장아찌류 8, 나물류 8, 무침류를 4회 섭취하였다. 장아찌류는 53의 가중치를 갖는다. 무침류의 경우, 26.6의 가중치를 갖는다. 추천을 위해 밥, 국, 반찬 3개의 세트는 가중치에 따라, 쌀밥, 김치찌개, 삼겹살구이, 버섯볶음, 계란찜으로 생성된다. 또한 음식군별 교환단위를 고려하여, 어육류군의 과잉섭취를 예방하기 위해 삼겹살구이가 떡갈비로 대체된다. 일반적인 추천의 경우, 권장교환단위에 대한 고려가 없어, 가중치만 고려하여 추천식단이 제공된다. 이는 사용자의 선호를 반영하지만 건강에 대한 고려하지 않는다. 교환단위만 이용하는 경우, [잡곡밥, 쇠고기무국, 콩치구이, 시금치무침, 두부조림]으로 추천 식단이 제공되어 음식군별 교환단위는 만족하지만, 사용자의 선호를 반영하지 못한다.

평가지표로 정밀도(precision), 재현율(recall), 건강지수(health) 그리고 앞선 세 개의 지표의 조화평균(F)을 도출한다. 정밀도는 추천된 데이터 중에서 연관된 데이터의 비율을 계산한 것으로 연관된 데이터를 추천했을 때, 높은 수치를 나타낸다. 재현율은 연관된 데이터 중에서 추천된 데이터의 비율을 계산한 수치이다. 본 연구에서 정밀도는 추천식단 중에 과거 4회 이상 섭취 식단의 비율을 평가하였으며, 재현율은 과거 4회 이상 섭취 식단 중 얼마나 많은 음식이 추천되었는지를 평가하였다. 건강지수는 일정 오차범위 이내에 교환단위가 배정된 음식 그룹수를 전체 교환단위의 그룹 수로 나눈 것으로, 추천된 식단의 권장교환단위를 만족한 비율을 평가하였다. 또한 측정된 3개의 지표의 조화평균(3)을 이용하여 동등한 중요도로 하나의 지표를 나타내고 그 값을 평가하였다.

$$F = \frac{3 \times \text{precision} \times \text{recall} \times \text{health}}{\text{precision} \times \text{recall} + \text{recall} \times \text{health} + \text{health} \times \text{precision}} \quad (3)$$

제안하는 식단추천 알고리즘과의 비교 실험을 위하여 사용자의 과거 섭취이력을 이용하여 선호를 반영하는 경우, 권장열량에 따른 교환단위를 반영하는 경우에 대해 4가지 지표를 측정하는 실험을 수행하였다.

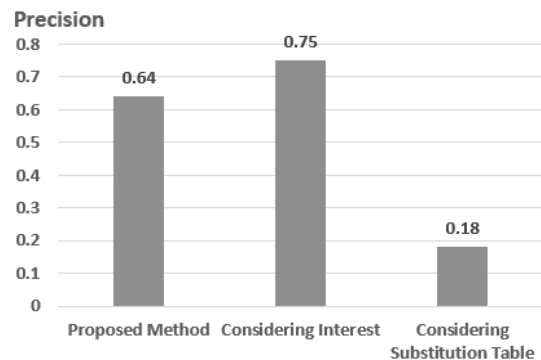


Fig. 1. Precision of Different Recommendation Methods

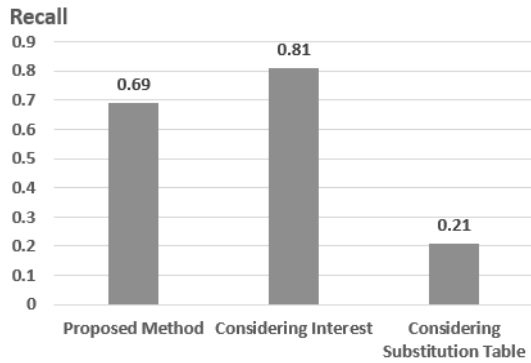


Fig. 2. Recall of Different Recommendation Methods

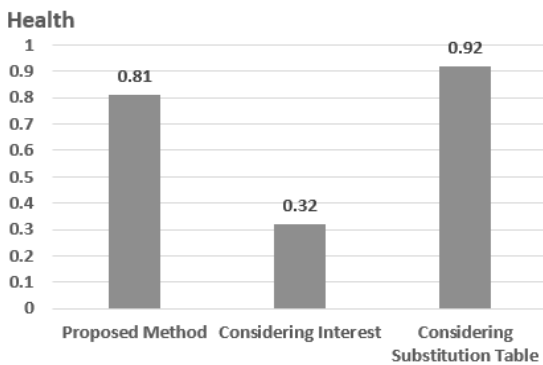


Fig. 3. Health Index of Different Recommendation Methods

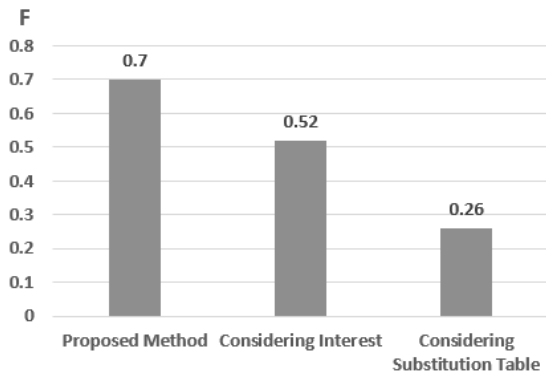


Fig. 4. F-measure of Different Recommendation Methods

Fig. 1은 제안하는 식단추천 알고리즘, 선호를 반영하는 경우, 권장교환단위를 반영하는 경우에 대해 정밀도(precision)를 나타낸다. 정밀도는 제안하는 알고리즘(0.64)보다 선호만을 반영하는 경우(0.75)가 더 높은 수치를 나타내었다. 반면 권장 교환단위를 반영할 때는 0.18로 가장 낮은 수치를 나타냈다. Fig. 2는 각 추천 방법에 대해 재현율(recall)을 나타낸다. 재현율의 경우에도 제안하는 알고리즘은 0.69이며, 선호만을 반영하는 경우 0.81로, 선호를 반영하는 경우에 더 높은 수치를 나타내었다. 마찬가지로, 권장교환단위를 반영하는 경우 0.21의 가장 낮은 수치를 나타내었다. Fig. 3은 각 추천 방법에 대해 건강지수(health)를 나타낸다. 건강지

수는 권장교환단위를 반영하는 경우, 가장 높은 0.92를 나타내었고, 제안하는 알고리즘은 0.81를 나타내었다. 선호만을 반영하는 경우에는 0.32로 가장 낮은 수치를 나타내었다. Fig. 4는 각 추천방법에 대해 앞서 도출한 정밀도(precision), 재현율(recall), 건강지수(health) 세 지표의 조화평균(F)을 나타낸다. 조화평균을 계산한 결과는 제안하는 알고리즘의 경우 가장 높은 0.7을 나타내고, 선호만을 반영하는 경우 0.52의 수치를 나타내었다. 권장교환단위를 반영하는 경우는 0.26로 가장 낮은 수치를 나타내었다. 이를 통해, 제안하는 알고리즘은 일반적인 추천 알고리즘을 사용하여 선호만을 반영하는 경우에 비해 정밀도와 재현율은 각각 11%와 12%정도 낮은 수치를 나타내었지만, 건강지수에서 49%의 높은 수치를 나타내었다. 또한 권장교환단위를 반영하는 경우, 제안하는 알고리즘에 비해 정밀도와 재현율은 각각 46%, 48%의 낮은 수치를 나타내지만, 건강지수에서 11%정도 높은 수치를 나타내었다. 정밀도, 재현율, 건강지수의 조화평균을 비교하였을 때, 제안하는 알고리즘은 선호를 반영하는 경우보다 18%높은 수치를 나타내고, 권장교환단위를 반영하는 경우보다 44% 높은 수치를 나타내었다. 따라서 제안하는 알고리즘은 사용자의 선호를 반영하며, 건강을 고려하는 식단을 추천하였음을 알 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 사용자의 신체 및 활동정보를 이용하여 권장열량 섭취량을 도출하고, 이에 따른 음식 군별 교환단위를 부여한다. 또한 사용자의 섭취 식단을 입력받아 현재까지의 영양섭취현황을 고려하며, 음식 군별 잔여 교환단위를 도출하여 사용자 맞춤형 식단을 도출한다. 이 때, 사용자의 과거 식단섭취이력을 바탕으로 선호음식을 분석하여 적용하므로 추천식단을 섭취할 가능성을 높인다. 또한 제안된 방법의 성능을 분석하기 위하여 정밀도, 재현율, 건강지수, 세 가지 지표의 조화평균을 도출하고 선호를 고려한 경우와 권장교환단위를 고려한 경우를 비교하여 실험하였다. 제안하는 방법은 선호를 고려하는 방법에 비해, 정밀도와 재현율이 각각 11%, 12% 정도 낮은 수치를 나타냈지만 건강지수로 인해, 정밀도, 재현율, 건강지수의 조화평균이 0.7로 가장 높게 나타났다. 실험결과를 통하여 제안하는 방법은 사용자의 선호를 반영하고 건강을 고려한 식단을 제공하는 것을 증명하였다. 따라서 추천 식단을 활용하여 사용자는 건강한 식습관 개선 및 유지에 도움을 받을 수 있다.

감사의 글

본 논문에서의 음식 데이터베이스 설계, 영양학적 판단, 실험을 위한 참가자 모집 및 관리에 숙명여자대학교 식품영양학과 이정은 교수님과 이지은 대학원생의 도움을 받음.

References

[1] Ministry of Health & Welfare, Korea Center for Disease Control and Prevention, Korea Health Statistics 2013 : Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V -1), <http://stat.mw.go.kr/front/statData/publicationView.jsp?bbsSeq=13&nttSeq=21549&menuId=47>.

[2] Phanich, Maiyaporn, Phathrajarin Pholkul, and Suphakant Phimoltares. "Food recommendation system using clustering analysis for diabetic patients," *Information Science and Applications (ICISA), 2010 International Conference on. IEEE, 2010*.

[3] Lin, Woan-Tyng et al. "FML-based recommender system for restaurants," *Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI), 2013 Conference on. IEEE, 2013*.

[4] Ueda, Mayumi et al., "Recipe recommendation method by considering the user's preference and ingredient quantity of target recipe," *Proceedings of the International Multi Conference of Engineers and Computer Scientists, Vol.1, 2014*.

[5] Lim, Byoung-Kwon et al., "DietAdviser: A Personalized eHealth Agent in a Mobile Computing Environment," *Journal of KIISE: Computing Practices and Letters, Vol.18, No.6, pp.459-463, 2012*.

[6] Faiz, Irshad, Hamid Mukhtar, and Sharifullah Khan, "An integrated approach of diet and exercise recommendations for diabetes patients," *e-Health Networking, Applications and Services (Healthcom), 2014 IEEE 16th International Conference on. IEEE, 2014*.

[7] Food Nutrients Database [Internet], <http://www.foodnara.go.kr/kisna/index.do>.

[8] The Korean Dietetic Association [Internet], <https://www.dietitian.or.kr/index.do>.

[9] The Korean Nutrition Society, Dietary Reference Intakes for Koreans, revised Version, The Korean Nutrition Society, Korea, 2010.

[10] Cheng, Teh Lee, Umi Kalsom Yusof, and Mohd Nor Akmal Khalid. "Content-based filtering algorithm for mobile recipe application," *Software Engineering Conference (MySEC), 2014 8th Malaysian, IEEE, 2014*.

[11] Oh, Yoori et al., "A design of personalized daily nutrition feedback system for cultivating healthy eating habit," *The 2015 Fall Conference of the KIPS, Vol.22 No.2 pp.531-533, 2015*.



오유리

e-mail : yoori0203@sookmyung.ac.kr
 2015년 숙명여자대학교 수학과(학사)
 2017년 숙명여자대학교 컴퓨터과학부
 (석사)

2017년~현재 숙명여자대학교
 ICT융합연구소 연구원

관심분야 : 클라우드 컴퓨팅, 지능형시스템



김윤희

e-mail : yulan@sookmyung.ac.kr
 1991년 숙명여자대학교 전산학과(학사)
 1996년 Syracuse University 전산학과(석사)
 2000년 Syracuse University 전산학과(박사)
 1991년~1994년 국전자통신연구소(ETRI)
 연구원

2000년~2001년 Rochester Institute of Technology
 컴퓨터공학과 조교수

2001년~2004년 숙명여자대학교 컴퓨터과학과 조교수
 2004년~2009년 숙명여자대학교 컴퓨터과학과 부교수
 2009년~2017년 숙명여자대학교 컴퓨터과학부 교수

2017년~현재 숙명여자대학교 소프트웨어학부 교수

관심분야 : 그리드/클라우드 컴퓨팅 환경, 워크로플로우 제어,
 그리드/클라우드 관리