

식단 기반 개인 맞춤형 영양제 추천 시스템 개발

홍성준¹, 이민희², 장재리³, 정하은⁴, 홍유리⁵, 이지항^{6,*}, 김진^{7,*}

¹국립한경대학교 토목안전환경공학과

²상명대학교 컴퓨터과학전공

³성신여자대학교 정치외교학과

⁴한동대학교 생명과학전공

⁵고려대학교 체육교육과

⁶상명대학교 휴먼지능정보공학과

⁷상명대학교 빅데이터 융합전공

ggc1002@naver.com, nalala8200@naver.com, 20180331@sungshin.ac.kr, zzeongvely@handong.ac.kr,
optimus576@korea.ac.kr, jeehang@smu.ac.kr, jinkim@smu.ac.kr

Development of diet-based personalized nutritional supplement recommendation system

Seong-Jun Hong¹, Min-Hee Lee², Jae-Ri Jang³, Ha-Eun Jeong⁴, Yu-Ri Hong⁵,
Jee-Hang Lee^{6,*}, Jin Kim^{7,*}

¹Dept. of Civil Safety and Environmental Engineering, Han-Kyong National University

²Major of Computer Science, Sang-Myung University

³Dept. of Political Science and Diplomacy, Sung-Shin Women's University

⁴Major of Life Science, Han-Dong Global University

⁵Dept. of Physical Education, Korea University

⁶Dept. of Human-Centered AI, Sang-Myung University

⁷Major of Big Data Convergence, Sang-Myung University

요 약

최근 현대인의 영양불균형이 점점 심화됨에 따라 영양결핍과 비만의 위험도가 점점 증가하고 있다. 이에 따라 건강기능식품에 대한 관심이 증가하여 일반인들의 건강기능식품 소비가 증가하고 있지만, 적정섭취량에 비해 영양소를 과도하게 섭취 중이거나 영양제를 먹지만 정작 필요한 영양소를 섭취하지 못하는 경우가 빈번히 나타나고 있다. 이러한 문제를 해소하고자 본 논문에서는 7일간 사용자가 섭취한 식단을 기반으로 부족한 영양소를 수치상으로 계산하여 개인 맞춤형 영양제를 추천하는 시스템을 제안한다.

1. 서론

「2020년 지역사회건강조사」에 따르면 코로나 19 유행 이전과 비교한 일상생활 변화는 친구, 이웃과 만남 횟수(89.6%), 대중교통 이용(63.6%), 신체활동 실천(52.6%), 음주(45.3%)는 크게 줄고, 배달음식 이용(43.6%), 인스턴트 식품, 탄산음료 섭취(23.8%)는 늘어난 것으로 파악되었다[1]. 이와 같은 인스턴트, 배달음식 섭취 증가로 사람들은 영양소를 골고루 섭취하지 못하게 되었고 2021년 영양결핍 환자 수는 33만 5,441명으로 2017년 대비 123.9%가 증가하였다[2]. 코로나로 인해 더욱 심화된 영양불균형 문제가 사회적으로 주목을 받으면서 건강 관리에 대한 관심은 자연스럽게 증가했고, 건강기능식품 섭취 인구 또한 증가하여 최근 건강기능식품 시장의 규모는 나날이 커지

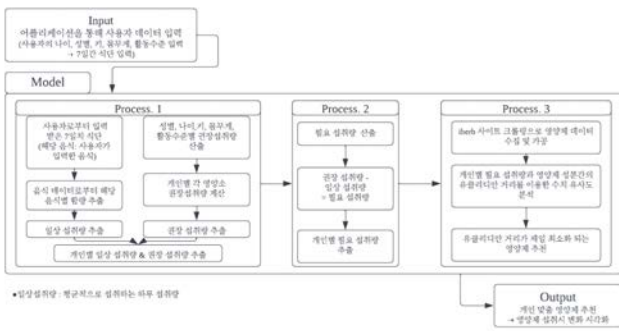
고 있다. 이처럼 건강식품 소비는 증가하고 있지만 영양제 분석 앱 필라이즈 내 5일간 등록된 4,123건의 영양제 분석 결과를 정리한 「섭취 영양제 분석 리포트 통계」에 따르면, 최적섭취량에 비해 과도하거나 중복되는 영양제를 섭취 중인 경우는 1,394건이며, 비타민, 미네랄 등 필수 영양성분을 매우 부족하게 섭취하고 있는 경우도 1,215건으로 보고되었다[3]. 이는 일반인들이 각자 섭취해야 하는 영양소가 무엇인지, 부족한 영양소를 얼마나 섭취해야 하는지 하나하나 확인하지 못하는 어려움으로 인해 발생한 문제라고 볼 수 있다. 이로 인해, 영양제 섭취에 어려움을 겪고 있는 일반인들의 건강을 효율적으로 증진시킬 수 있는 영양제 추천 플랫폼 개발의 필요성은 계속 증가하고 있다.

이에 본 논문에서는 객관적인 지표로 사용자가

섭취하는 식단을 분석한 뒤, 부족한 영양소 수치를 정확하게 파악해 사용자의 권장섭취량을 만족하는 맞춤 영양제를 추천하는 시스템을 제안한다.

2. 모델 및 알고리즘 구현

본 논문에서 설명하는 개인 맞춤형 영양제 추천 시스템은 계산 알고리즘에 의해 영양제를 추천하는 시스템이다. 그림 1 은 전반적인 시스템 구조를 보여준다. 사용자 정보와 해당 사용자의 과거 7 일간 식사를 입력하게 되면 일상섭취량, 권장섭취량, 필요섭취량이 알고리즘에 의해 계산되고, 수치 유사도 분석이 이루어진다. 해당 정보를 활용하여 최적의 성분을 포함한 영양제를 선정하고, 선정된 영양제를 섭취할 시 영양 변화량을 시각화하여 사용자에게 피드백으로 제공하도록 구성되어 있다.



(그림 1) 시스템 구조

사용자의 과거 7 일간 식사 정보 입력 근거는 다음과 같다. 한국 성인 영양소와 음식의 일상섭취량을 추정할 때, 영양소 섭취량의 개인 내 변이와 개인 간 변이의 비율을 고려하여 조사일수를 산정하는 경우, 일상 섭취량과의 상관관계가 0.8 이상 수준이 확보되는 기간이어야 한다. 이를 위해서는 음식 섭취량 정보가 최소 6-7 일동안 수집되어야 한다는 연구 결과를 토대로 7 일간 식단을 입력하도록 했다[4].

일상섭취량 추출 (그림 1)에 따라 일상섭취량은 평균적인 하루 섭취량을 말하며, 7 일간 입력 받은 식단으로부터 일상섭취량을 추출하였다. 이를 위해 음식 데이터로부터 사용자가 섭취한 음식의 영양소 함량을 추출하는 알고리즘을 구현했다. 음식 데이터는 식품의약품안전처 식품영양성분 데이터베이스[5]에서 음식과 가공식품의 식품영양성분을 병합하여 사용했으며, 병합한 데이터는 결측값, 모호한 값과 중복된 음식을 제거하여 식품명과 영양소 함량 속성을 가진 데이터 구조로 가공하여 사용했다. 이렇게 구성된 음식 데이터로부터 사용자가 섭취한 일주일간의 각 영양소 함량의 누계를 7 로 나누는 계산 알고리즘을 통해 사용자별 일상섭취량이 산출되었다.

권장섭취량 추출 일상섭취량과는 별개로 입력 받은 사용자 정보를 토대로 영양소별 개인 권장섭취량을 산출할 수 있는 알고리즘을 구현했다. 영양소는 몸무게, 성별/나이 또는 기타 기준 값으로 영양소별 권장

섭취량을 산출할 수 있는 방법이 달라지므로, 조건식 형식의 함수를 통해 개인별 권장 섭취량을 산출했다. 영양소별로 권장섭취량을 산출하는 수식은 2020 한국인 영양소 섭취기준[6]을 참고하여 에너지 및 영양소 관련 내용을 분석하여 (그림 2)과 같은 영양소별 수식을 완성했다. 위의 수식들로 사용자의 성별, 나이, 키, 몸무게, 활동수준을 입력하도록 하여 사용자 권장섭취량을 산정하였다.

영양소	필요필요량 수식	섭취기준량 수식	섭취기준량	상한섭취량 여부	단위
에너지	남: 662-9.53×연령(세)+PA*(15.91+체중(kg)+539.6×신장(m)) (PA=1.0(비활동적), 1.11(저활동적), 1.25(활동적), 1.48(매우 활동적)) 여: 354-6.91×연령(세)+PA*(9.36+체중(kg)+726×신장(m)) (PA=1.0(비활동적), 1.12(저활동적), 1.27(활동적), 1.45(매우 활동적))	생체단백질 추가필요량 일신초기+340 일신중기+450 일신말기+480 수유부+340	필요수정량		kcal/일
단백질	(0.66 g/kg/일)/0.9×몸무게 *필요정형 유지를 위한 단백질 필요량/(이용률)×계산	19세 이상 남녀 평균필요량 × 1.25* *과잉섭취 방지수 평균필요량×1.2	권장섭취량		g/일
칼슘	9.39 mg/kg×몸무게	*해결기 이후 여성 : 평균필요량×1.2×100	권장섭취량	0 19-49 2000 50-99 1500	mg/일
인	580 mg/일	평균필요량×1.3	권장섭취량	0 19-39 800 40-59 700	mg/일
철	성인 남성 = (0.014 mg/kg/일×몸무게)/0.12 성인 여성 = (0.014 mg/kg/일×몸무게+0.5 mg)/0.12 19-64세 남 1.0 mg/일 여 0.9 mg/일 65세 이상 남 1.0 × (몸무게/68) 65세 이상 여 0.9 × (몸무게/55) 19-64세 남 1.3 mg/일 여 1.0 mg/일 65세 이상 남 1.3 × (몸무게/68) 65세 이상 여 1.0 × (몸무게/55)	평균필요량×1.3	권장섭취량	0 50	mg/일
티아민	19-64세 남 1.0 mg/일 여 0.9 mg/일 65세 이상 남 1.0 × (몸무게/68) 65세 이상 여 0.9 × (몸무게/55)	19세 이상 남녀 평균필요량 × 1.2	권장섭취량		mg/일
리보플라빈	19-64세 남 1.3 mg/일 여 1.0 mg/일 65세 이상 남 1.3 × (몸무게/68) 65세 이상 여 1.0 × (몸무게/55)	19세 이상 남녀 평균필요량 × 1.2	권장섭취량		mg/일
니아신	19-64세 남 12 mg NE/일 여 11 mg NE/일 65-74세 남 11 mg NE/일 75 이상 남 10 mg NE/일 65-74세 여 10 mg NE/일 75 이상 9 mg NE/일	19세 이상 남녀 평균필요량 × 1.3	권장섭취량	0	mg NE/일
비타민C	19세 이상 남·여 동일하게 설정 75 mg/일	19세 이상 남녀 평균필요량 × 1.3	권장섭취량	0	mg/일

(그림 2) 영양소별 권장 섭취량 예시

필요섭취량 추출 앞의 과정들을 통해 산출한 권장섭취량에서 일상섭취량을 빼는 수식으로 사용자의 필요 섭취량을 추출하여 행 벡터 구조로 준비하였다.

유클리디안 거리를 활용한 유사도 분석 본 논문에서는 추출된 필요섭취량 수치와 가장 유사한 영양성분 함량의 수치를 가진 영양제를 추천하기 위해 유사도 분석을 진행하였다. 먼저 영양제의 영양성분함량 수치 정보는 Iherb 사이트[7]로부터 각종 영양제 정보를 크롤링한 뒤 하나의 행마다 각각의 영양제명과 영양성분의 정보를 담고 있는 구조로 가공하여 구성된 데이터로 구축하였다.

숫자 데이터 속성을 지닌 필요섭취량-영양제 영양성분함량 간 유사도 분석을 유클리디안 거리를 이용하여 측정하였다[8]. 식 <1>을 바탕으로[9] 필요섭취량과 영양제 영양성분의 유사도를 구하도록 알고리즘을 구현하였다.

n개의 행 벡터 $x_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}\}$ 과 $y_i = \{y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{in}\}$ 이 있다고 할 때, 다음과 같이 유클리디안 거리에 대한 식은

$$d = [(x_i - y_i)^T (x_i - y_i)]^{1/2} = [\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2]^{1/2}, i = 1, 2, \dots, n$$

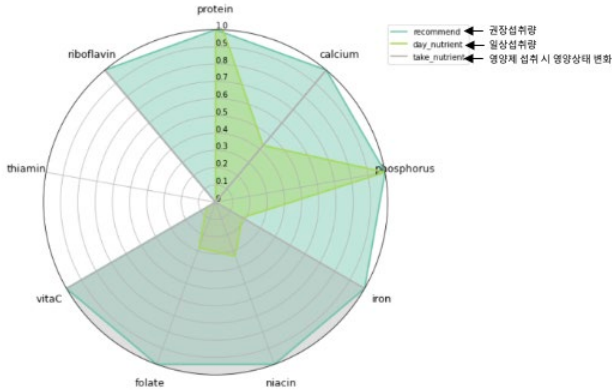
$$d(X, Y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

과 같이 정의한다. <1>

위 식을 통한 계산 알고리즘으로 모든 영양제의 행 벡터와 필요섭취량의 행 벡터 간의 유클리디안 거리를 산출했다. 거리가 제일 짧은 경우가 유사도가 가장 높은 것을 의미한다. 이에 따라, 필요섭취량과 영양제 영양성분의 유사도 사이의 유클리디안 거리가 최소인 영양제를 결과값으로 반환하였다.

영양제 섭취 시 변화 시각화 위의 과정들을 통해 선택된 영양제를 추천된 맞춤 영양제로 설정하였다. 해당 영양제를 사용자가 섭취했을 때, 영양소 섭취 변화를 확인하기 위해 권장섭취량, 일상섭취량 및 영양제 섭취 시 영양상태의 값들을 하나의 그래프로 시각

화 했다. 영양소 값들은 척도 범위 차이를 왜곡하지 않고 공통 척도로 변경하기 위해 정규화를 진행했다. 그림 3은 정규화를 진행한 데이터를 이용하여 레이더 차트로 상태 변화를 시각화한 결과이다. 결과를 통해 일상섭취량에서 부족한 영양소들에 대해 추천하는 영양제로 권장섭취량에 만족하는 것을 확인할 수 있다.



(그림 3) 영양제 섭취 시 변화 시각화 예시

3. 영양제 추천 어플리케이션 설계

그림 4는 제안된 시스템을 모바일 앱 서비스로 구현한 결과이다. 영양제 추천을 기본 기능으로 탑재하고, 사용자의 권장섭취량과 일상섭취량을 비교할 수 있으며, 사용자의 주간 칼로리 섭취량을 확인하여 식단 관리에 적용이 가능하다. 영양제 추천 어플리케이션은 입력된 사용자 정보들로 권장섭취량이 계산되면 바로 섭취한 음식을 선택하여 식단을 기록하고 자신의 영양소 섭취량을 확인할 수 있다. 7일간의 식단 입력이 완료되고 나면 사용자에게 필요한 영양제를 추천 하고, (그림 4)에 따라 추천 영양제의 영양소 함량이나 구매 페이지 연결 및 영양소 섭취 전/후, 권장섭취량 시각화 기능을 제공하는 동시에, 사용자의 효율적인 영양제 섭취를 돕는다.



(그림 4) 어플리케이션 영양제 추천 서비스 예시

4. 결론

최근 건강기능식품에 대한 관심이 급격하게 증가하여 이와 관련된 플랫폼들이 활발하게 서비스를 제공하고 있다. 현재 맞춤 영양제 플랫폼 대부분은 건강 설문 데이터를 이용하여 영양제를 추천하고 있으며, 이와 같은 방법은 개인별로 권장섭취량에 준하게 영

양제를 추천하는 데에는 어려움이 있다. 이러한 배경 하에서 본 논문이 제안하는 시스템은 필요영양소 수치를 정확하게 산출하여 권장섭취량에 만족하는 영양제를 추천하기 때문에, 기존 플랫폼에서 해결하지 못했던 영양소 과다 섭취 등의 문제를 해결하여 사람들에게 기존보다 합리적인 영양제를 제공할 수 있는 장점이 있다.

결과적으로 사용자는 이 시스템을 통해 자신의 식단을 언제든지 확인할 수 있기 때문에 언제든지 부족한 영양소를 파악하는 것을 통해 결핍된 영양소 보충 및 식습관 개선의 효과를 이끌어 낼 수 있다. 또한 영양소 과잉이나 결핍에 의해 나타나는 만성질환을 예방하게 되어 국민의 전체적인 건강이 증진되어 의료비 절감에 기여하여 국가적, 개인적으로 유익하게 이용될 수 있을 것이라고 확신한다. 추후 시스템에 음식의 가짓수나 영양제의 수를 보충하여 폭넓은 데이터를 구축한다면 더 효율적인 영양제 추천과 시각화 결과로 개선시킬 수 있을 것으로 사료되며 사용자들에게 더 효율적이고 최적의 영양제 추천을 할 수 있도록 연구를 계속 진행할 예정이다.

Acknowledgement

본 논문은 한국데이터산업진흥원이 진행하는 2022 데이터청년캠퍼스 지원을 받았습니다.

참고문헌

- [1] 질병관리청(2021). 2020년 지역사회건강조사코로나19 특별보고서주요결과소송취외주간건강과질병. 제 14 권제 42 호(2021.10.14.)
- [2] 건강보험심사평가원(2022). 최근 5년(2017~2021년) 영양결핍 및 비만 진료현황 분석. 건강보험심사평가원 보도자료(4월 21일자).
- [3] 유인춘. “필라이즈, 내 영양제 조합 분석 기능 출시... AI 맞춤 분석으로 과다, 부족 영양소, 부작용 확인까지”. 스타트업엔. 2022.07.14. <https://www.startupn.kr/news/articleView.html?idxno=27393>
- [4] 김동우. 한국 성인에서 영양소와 음식의 일상섭취량 추정 연구. 국내박사학위논문 서울대학교 대학원, 2013. 서울
- [5] 식품의약품안전처, 식품영양성분 DB, 2022.08.15
- [6] 보건복지부 · 한국영양학회, 2020 한국인 영양소 섭취기준, 2020.
- [7] <https://kr.iherb.com/>
- [8] 이인호, 신경식. 퍼지 관계를 활용한 사례기반추론 예측 정확성 향상에 관한 연구. 지능정보연구, 16(4), 67-84. (2010).
- [9] 윤종찬, 김학철, 김종진, 윤성대. 유사도와 유클리디안 계산패턴을 이용한 CBR 패턴연구. 한국정보통신학회논문지, 14(4), 875-885. (2010).