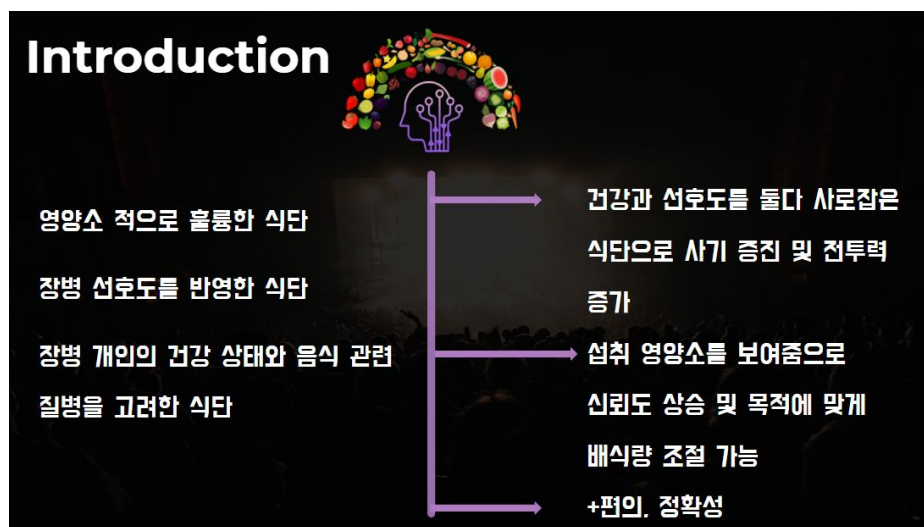


주제명	AI 추천 알고리즘을 이용한 빅데이터 급식 식단 생성 및 관련 어플리케이션			
구분	소속	계급/직급	성명	연락처
참가자		상병	윤준우	(휴대전화) 010-2356-8820 (이메일) yjunwoo14@gmail.com

## 1. 개요

건강하며 장병 선호도를 반영한 식단 생성 AI 알고리즘 및 어플리케이션



군대 식단은 군 장병 개인의 체력과 사기를 유지하고 최대한의 전투력을 발휘하기 위해 매우 중요한 요소입니다. 이에 국방부는 빅데이터를 이용한 급식 혁신 산업을 시행중입니다. 이번 아이디어는 아직 수동으로 기입 및 사람이 분석 중인 부분을 보완하는 데 중점을 두었습니다. 선호도, 영양소 및 외부요인들을 기반으로 한 AI 추천 알고리즘을 이용한 빅데이터 급식 식단 생성 및 어플을 소개합니다.

## 2. 제안배경

### 니즈

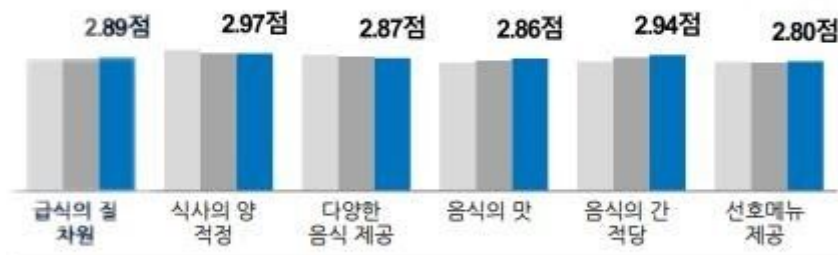
- 국방부에서 시행중인 빅데이터 이용 급식혁신산업  
2019년 부터 9사단에서 잔반 자동 측정 시스템 시범 사업을 도입해 배식량, 섭취량, 잔반량을 3D카메라로 찍어서 분석하여 급식 선호도 측정 및 메뉴 개선을 실시 중
- 합리적인 급식 예산 사용 및 보다 나은 급식 제공 & 만족도 향상

급식이 **체력, 사기유지, 전투력 발휘**에 중대한 영향을 끼치기에 1인 1일 8,493원, 총 1조 6천여억 원의 예산을 합리적으로 사용하고 만족도 향상할 수 있는 식단 필요

- 스마트폰 어플을 이용한 효율적인 의견 조합  
모든 군부대에서 시범 운영 중이던 '일과 후 병사 휴대전화 사용'이 2020년 7월 정식 시행됨에 따라 **휴대폰을 이용한 효율적 데이터수집, 결과 도출, 부가 서비스 제공** 가능
  - 건강과 운동에 관심이 많은 장병들  
군인들의 **필수 품목이 “단백질 보충제”**가 된 만큼 건강과 운동에 관심이 많은 장병들이 많으며 이에 건강과 맛 둘 다 잡은 식단과 어떤 영양소를 얼마나 섭취했는지 보여주는 시스템 필요
- 4차 산업 기술인 빅데이터를 이용해 보다 정확한 조사를 통한 급식 개선 및 만족도 향상 필요

### 현재 급식 시스템의 문제점

- 현재 낮은 급식 만족도 개선 필요  
국방부 온나라 정책연구의 “2019년도 군 급식 및 피복만족도 조사”에 따르면 급식의 질 차원의 선호메뉴 제공 만족 수준이 낮음 (2.89/5 점)



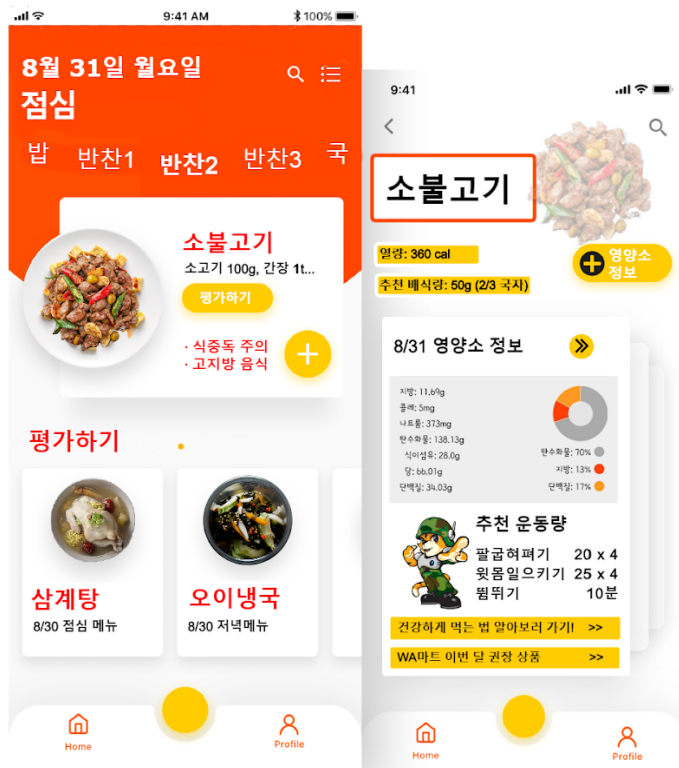
메뉴 개선에 있어 병사의 의견은 아래와 같음

- 메뉴가 다양해졌으면 좋겠음      • 매일 똑같은 메뉴가 나오는 느낌이 들 때가 있음
- 선호하는 메뉴가 자주 나오면 좋겠음      • 메뉴의 주기가 짧게 느껴짐
- 장병 개개인의 몸 상태에 따른 급식 제공 필요  
건강을 책임지는 식단을 제공해야 하지만, 개개인의 몸 상태를 고려하지 않음  
아래와 같은 요소 고려 필요
  - 알러지      • 당뇨      • 비만      • 고/저혈압      • 심장관련 질환
- 시행중인 급식개선 빅데이터 사용의 문제 개선 필요  
남은 잔반의 양은 결코 절대적인 선호도를 제공해주지 않으며 잔반의 양에 아래와 같은 외부요인이 작용할 가능성이 큼
  - 요리법, 요리병의 숙련도      • 자료 상태      • 재료 출처      • 기후, 시간, 계절 등 환경요인
- 현재 오프라인으로 선호도를 조사하는 데 있어 부족하거나 부정확한 부분이 존재함

- 한 달에 한 번 조사할 시 식단 선호도가 부정확할 확률이 높음
- 선호 메뉴와 식재료 브랜드 조사에 추가 정보없이 글로 되어있어 부정확함

### 3. 주요내용

#### 서비스 소개



#### AI 분석 알고리즘을 사용한 건강, 선호도 두 마리 토끼를 다 잡는 식단 생성!

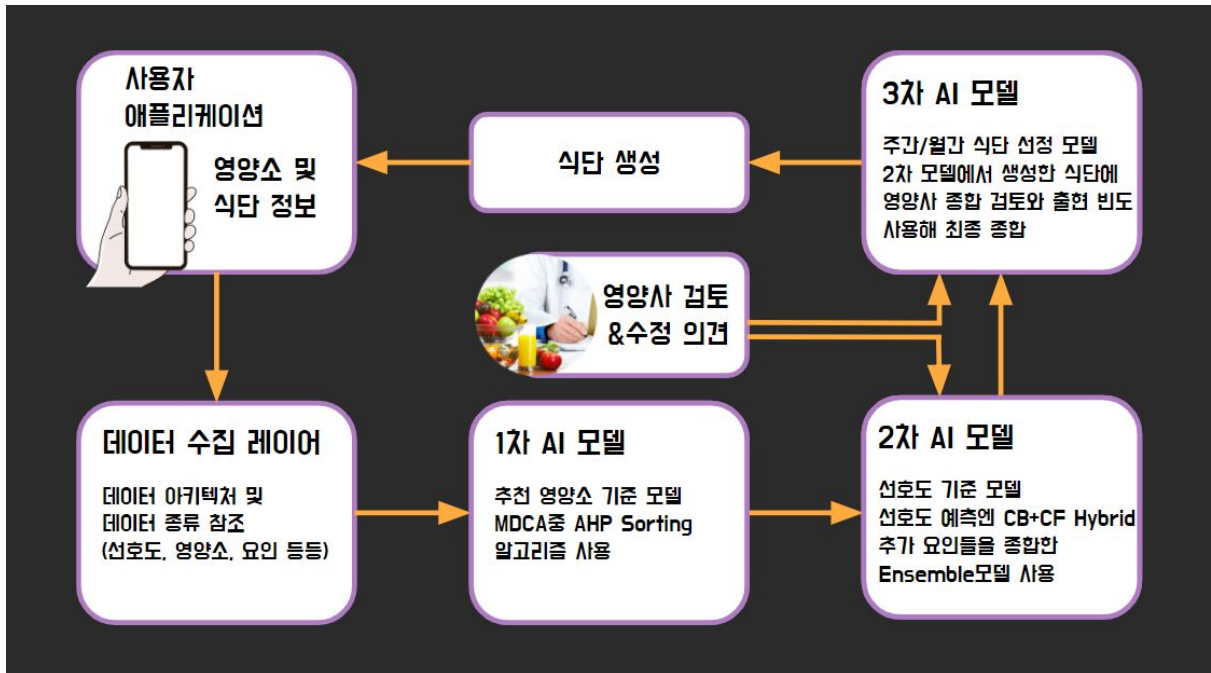
- 별점 5점 만점으로 선호도 수집 (먹기 전, 후)
- 국방부가 지정한 영양소 일일 섭취 권장량을 기반으로 음식 선정
- 선정된 음식과 장병 선호도를 기반으로 식단 생성
- 식재료 원자재, 요리 방법, 음식간의 조합 등등 기타 추가 특성을 추가해 모델 정확도 향상
- 사용자에게 영양소 섭취량, 몸 상태에 따른 조심해야할 음식과 (알러지 등) 배식 량 추천

#### 기존기술

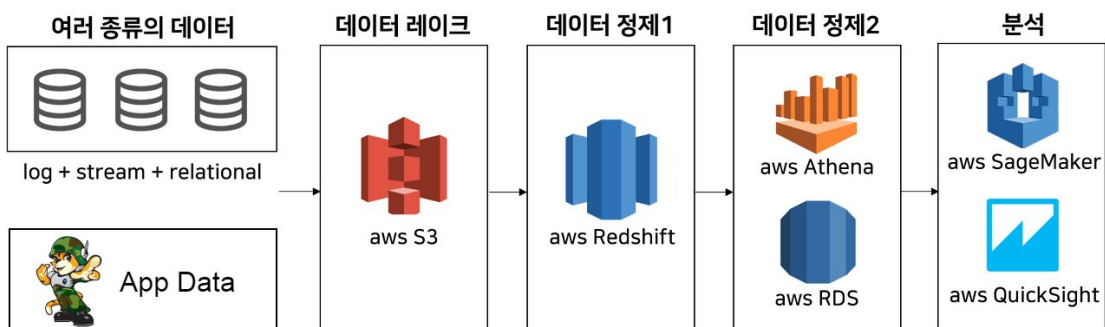
- 기존에 영화, 드라마, 책 등의 추천 시스템은 널리 이용되고 있지만 음식 추천 시스템은 새롭게 개발되고 시행중인 분야
- 할라I/O - 2만개 재료 17만개 레시피 2천만개 레스토랑 -> 개인 맞춤형 식단 + 배달 주문 추천

- 푸드렌즈 (국내) - 한중약식 6천개 음식 사진인식 - 열량 측정 -> 다이어트 및 당뇨 솔루션
- FitGenie - 배고픔, 피로 등의 요소 반영 -> 식단 제공 + 식단 피드백

## 시스템 디자인



## 데이터 아키텍처 (AWS기반)



## 데이터

### 음식 데이터

- 이전에 사용된 식단
  - 이전 식단들을 데이터화 하여 음식들의 상호작용 (햄버거와 시리얼)
- 음식
  - 정형화된 조리법에 나오는 식재료 양에 따른 영양소
  - 계절, 체질에 따른 위험성 (식중독, 알러지)
- 식재료

- 식재료 출처 (재료 공급 업체 평가)
- 유저 인풋
  - 식단에 대한 평가 (메뉴들의 상호작용, 이날 같이 나왔으면 하는 메뉴)
  - 음식에 대한 평가 (맛, 신선도, 메뉴의 선호도)
  - 위생 및 요리 실력에 대한 평가

기타 데이터

- 영양소 섭취 기준
- 유저 인풋
  - 몸무게, 키, 활동량
  - 음식관련질환 (알러지, 당뇨, 비만, 고/저혈압, 심장질환)
- 환경요인 (날씨, 계절 등)

데이터 출처

- Open-API 및 공공데이터 활용 - 대한민국 식품영양성분 통합 데이터베이스
- 기존 식단 작성 시 사용하고 있는 군 데이터 활용

## 데이터 구성 및 전처리

음식 프로파일 생성 (음식 종류, 음식 이름, 20가지 영양소 성분)

- 영양사가 해당 음식 조리법의 알맞은 per serving을 고려해 기입
- 대한민국 식품영양성분 통합 데이터베이스 사용
- 주요 영양소인 탄수화물, 단백질, 지질, 콜레스테롤, 나트륨, 포화지방을 decision criteria로 사용

decision criteria  $a_k = (prok, lipidk, cbk, chk, sodk, satk) \quad * k\text{번째 음식}$

메뉴 템플릿 작성

- 영양사 도움을 받아 아침, 점심, 저녁 별 포함될 음식 카테고리 생성
- 예) 아침 nG1 group (milk,gourt) nG2 group (breakfast cereal) nG6 group (fruit)  
       점심 nG3 group (protein) nG4 group (carb) nG5 group (vegi) nG6 group (fruit)  
       저녁 nG3 group (protein) nG4 group (carb) nG5 group (vegi) nG6 group (fruit)

기타 데이터 구성 및 전처리

- 이전 식단이나 오프라인 선호도조사 데이터 기록 등을 위 양식에 맞게 변형
- 식재료 출처, 환경 요인, 유저인풋 등을 데이터 테이블에 기입

## 모델 & 알고리즘

1차 - 음식 프로파일을 생성, 영양소 적으로 충분한 음식 선정 모델

2차 - 사용자 선호도에 따른 조사 반영 및 영양소 고려 일일 식단 선정 모델

3차 - 일일 식단 모델 기반, 영양사의 추천에 따른 주간/월간 식단 선정 모델

## 1차 모델 (추천 영양소 기준 모델)

### 개요

- 국방부 지정 영양소 일일 섭취량 기준에 부합하는 음식 선정
- 식단 선정 이후 다시 1차모델을 사용해 장병 개개인의 건강 정보 (키, 몸무게, 활동량, 건강문제 등)에 따라 추천 배식량 및 주의 음식에 관해 알려주는데 사용

### 모델

- 다중 의사 결정 (Multiple-criteria decision-making) 중 계층 선정 소팅 (Analytic Hierarchy Process Sorting) 알고리즘 사용
- 모델 선정 이유: 위에서 선정한 주요 영양소 들이 1일 섭취 권장량 또는 군 지정 영양소 섭취량에 근접하는 음식인지 판별하고 영양소적으로 훌륭한 음식부터 나열
- 모델 제작 방법:
  - AHPSorting에 사용할 음식별 Hierarchy를 나눔
  - 음식별로 영양소를 기준으로 eigen value method로 중요성과 weight 도출  
영양소  $l_k = (pro_k, lipid_k, cb_k, ch_k, sod_k, sat_k)$   
후에 개인별 추천 영양소 섭취량에도 사용
  - 음식별  $l_k$  를 이용해 pair-wise comparison matrix로 비교
  - 비교 후 local priority를 생성하고 hierarchy의 global priority와 비교해 좋은 음식인지 나쁜 음식인지 판별

## 2차 모델 (선호도 기준 모델)

### 개요

- 1차 모델에서 선정된 음식 기준으로 장병 선호도 평가 결과를 반영
- 선호도 종류
  - 식단에 대한 평가 (메뉴들의 상호작용, 이날 같이 나왔으면 하는 메뉴)
  - 음식에 대한 평가 (맛, 신선도, 메뉴의 선호도)
  - 위생 및 요리 실력에 대한 평가

### 모델

- 콘텐츠 기반 필터링(content based filtering)과 협력 필터링(collaborative filtering)의 하이브리드 모델과 이후 추가 요인들을 고려한 Ensemble 모델
- 모델 선정 이유: 영양소 기반으로 한 content based filtering, 선호도를 기반으로한 collaborative filtering을 합성하여 둘 다 충족
- 모델 제작 방법:
  - 1차 모델을 기준으로 content based filtering 실행

- collaborative filtering에서 active learning algorithm과 matrix factorization 사용  
Elahi et al. (2014) 연구 참조

- 장기 선호도(섭취 전 예측)와 단기 선호도(섭취 후)를 조합해 식단 생성
- 단기 선호도는 어플을 통해 별점 5점 만점으로 측정
- 장기 선호도는 선호도와 기타 특징(레시피, 식재료 데이터, 영양소, 위생 등)을 모두고려해 예측하는 matrix factorization 모델로 예측

- 특정 장병이 아닌 장병 전체 그룹의 만족도를 최대화 하기 위해 Berkovsky 와 Freyne가 제안한 Aggregated models strategy와 Aggregated predictions strategy 사용

- 선호도 종류별로 실행해 전체 선호도 예측값 수집

Aggregated models strategy: x장병의 선호도  $rat(u_x, r_i)$ 를 이용해 장병이 속해있는 그룹 a의( $u_x \in f_a$ ) 음식  $r_i$ 에 대한 선호도  $rat(f_a, r_i)$ 를 측정

$$rat(f_a, r_i) = \frac{\sum_{x \in f_a} \omega(u_x, f_a) rat(u_x, r_i)}{\sum_{x \in f_a} \omega(u_x, f_a)}$$

이후 장병이 속해있는 그룹과 장병 전체의 그룹의 유사점을 이용해 장병 전체의 선호도를 예측 ( $f_b \in F$ )

$$pred(f_a, r_i) = \frac{\sum_{f_b \in F} sim(f_a, f_b) rat(f_b, r_i)}{\sum_{f_b \in F} sim(f_a, f_b)}$$

Aggregated predictions strategy: 다른 장병들( $u_y \in U$ )의 선호도와 유사점을 이용해 x장병의 선호도를 예측

$$pred(u_x, r_i) = \frac{\sum_{y \in U} sim(u_x, u_y) rat(u_y, r_i)}{\sum_{y \in U} sim(u_x, u_y)}$$

예측한 x 장병의 선호도를 통해 a그룹의 선호도 예측

$$pred(f_a, r_i) = \frac{\sum_{x \in f_a} \omega(u_x, f_a) pred(u_x, r_i)}{\sum_{x \in f_a} \omega(u_x, f_a)}$$

\*유사점 계산법

$$sim(u_x, u_y) = \frac{\sum_{i=1}^k (u_{x_i} - \bar{u}_x)(u_{y_i} - \bar{u}_y)}{\sqrt{\sum_{i=1}^k (u_{x_i} - \bar{u}_x)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^k (u_{y_i} - \bar{u}_y)^2}}$$

Aggregated predictions strategy를 여러번 실행하여 data augmentation

- Ensemble 모델 (XGBoost, AdaBoost, LightGBM을 사용, 5-Fold Cross-validation으로 최적화)

- Aggregated models strategy와 Aggregated predictions strategy에서 구한 선호도 예측값과 모델 1의 결과
- Content Based로 음식이 어울릴 확률 예측
  - 예전 식단을 통해 같이 나온 적이 있었는지의 여부
  - 유저 인풋을 통해 음식들이 어울릴지의 여부

- 환경요인 (날씨, 계절 등)
- 식재료 출처 (재료 공급 업체)

### 3차 모델 (영양사의 추천에 따른 주간/월간 식단 선정 모델)

개요

- 2차 모델에서 생성한 일일 식단 cluster을 이용하여 주간/월간 식단 생성

모델

- Ensemble 모델 이용
- 모델 선정 이유: 영양소 기반으로 한 content based filtering, 선호도를 기반으로 한 collaborative filtering을 합성하여 둘 다 충족
- 모델 제작 방법:
  - 일일 식단 cluster들을 생성
  - 생성된 메뉴 중 얼마나 자주 나왔는지를 loss function으로 계산하여 주간, 월간 식단 생성
  - 영양사 조정을 받아 Ensemble 모델을 돌려 마무리

문제점과 해결법

- 콜드스타트 (데이터의 부족)
  - 이전 식단과 오프라인 선호도 조사 결과 존재
  - 국방부에서 시행중인 빅데이터 이용 급식혁신산업 데이터 활용
  - 2번 모델에서 개개인 장병 선호도 예측 모델로 예측 선호도를 생성해 data augmentation 실행, 오버피팅 방지
- 사용자가 참여하지 않으면 전혀 효과가 없음
  - 입구에 급식 후기 수집 전자 기계 설치
  - 효과적인 정보 제공으로 자연스러운 이용 유도
  - 반강제적인 참여 - 휴대폰 받거나 점호 시 실시 (참여도 나오게 설정)
  - 하는 인원에게는 랜덤으로 상품 부여
- 배식을 일정하게 해주므로 급식의 개인화가 실질적으로 힘들
  - 병사에게 qr코드를 부여해 병사에 맞는 음식량 조절
  - 유도리있게 양 조절을 할 수 있게끔 배식

### 4. 기대효과

#### AI 빅데이터 생성 식단 사용의 기대효과

- 체력과 사기를 유지 전투력을 발휘
- 효율적인 급식 예산 사용과 만족도 증가



- 급식 개인화 - 추천 배식량, 기피해야 할 음식 추천
- 1일 영양소 섭취목표를 고려한 균형적 급식을 제공, 장병 대상 식생활 교육
- 대국민 신뢰도 증진 - 이번 잔반량을 활용한 빅데이터 식단 분석에 국민 반응이 좋았음  
- 그만큼 국민들도 장병의 음식 상태에 관심이 많고 중요시함

#### 추가 제공 기능 및 그에 따른 기대효과

- 영양소 정보의 효과적인 사용
  - 식단 생성시 영양소 정보를 사용하기에 끼니, 하루별 영양소 섭취량 자동 계산
  - 장병들에게 보여주어 사기 및 신뢰도 증진, 개인 운동 유도
  - 영양소 정보의 다양한 활용
- 혁신적인 급식 개인화 가능
  - 개개인 장병의 키, 몸무게, 활동량과 식단의 영양소 정보를 통해 개인 배식량 조절 가능
- 장병 대상 식생활 교육
  - 음식 어플인 이점을 통해 올바른 식사 교육 추진
  - 영양소 정보를 통한 바른 식단 및 식사량 선정 방법
  - 몸 상태에 따라 하루에 필요한 영양소 섭취량과 그에 따른 운동의 필요성 인식
- 음식 선호도 조사에 따른 부가적으로 자동 조사되는 항목들
  - 특정 레시피 / 특정 식재료 / 특정 식재료 업체 선호도
- 음식 위험도 알리기
  - 계절 특성 참고
  - 개인 질환 참고 (알러지, 당뇨, 비만, 고/저혈압, 심장관련 질환)

#### 향후 추가할 기능 및 그에 따른 기대효과

- 각 장병에게 qr코드 부여, 배식시 qr코드와 전자동측정 배식도구를 통해 개인별 배식량 조절 - 급식 개인화와 몸관리, 효율적인 배식 시스템
- px제품 추가하여 정확한 일일 섭취량 계산
  - 그에 따른 배식량 조절, 몸 관리, 식습관 개선 (결식하거나 적게먹고 px 이용)
  - px 상품 선호도 자동 측정 및 이에 기반한 px AI 재고 주문 추천
- 식재료 원자재 선호도 기준 식재료 구매량 추천 시스템
  - 군수 업무 보조 - 식재료 구매시 업체와 양 추천
- 요리병 재량 평가
  - 선호도에 따른 재량을 예측하여 평가 - 요리 품질 원인 도출 및 개선
  - 부대별 음식 맛 차이 최소화

## 출처

Harvey, M., & Elswailer, D. (2015). Automated recommendation of healthy, personalised meal plans. In Proceedings of the 9th ACM conference on recommender systems, ACM, New York, NY, USA, RecSys '15 (pp. 327–328)

Elahi, M., Ge, M., Ricci, F., Massimo, D., & Berkovsky, S. (2014). Interactive food recommendation for groups, RECSYS, Vol. 1247.