

# 外食・惣菜がメインでも栄養バランスを整える 食品推薦システムの開発

## Development of a Food Recommendation System for Supporting Nutrient Balance

大畑 拓己<sup>1†</sup> 西原 陽子<sup>1</sup> 山西 良典<sup>1</sup>  
Takumi Ohata, Yoko Nishihara, Ryosuke Yamanishi

<sup>1</sup> 立命館大学 情報理工学部

<sup>1</sup> College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

**Abstract:** Having foods considered nutritional balance is important for both physical and mental health. Due to the change of lifestyle, people often have lunch and dinner at restaurants and buy foods at markets. The nutritional balances of those tend to be not good. This paper proposes a food recommendation system for supporting the nutrient balance. Users of the proposed system input logs of foods that they have ate. The proposed system calculates intake nutrients and energies, then recommends foods that support to adjust the nutrient balance. We had evaluation experiments with the proposed system. The proposed system could support users to adjust the nutrient balance.

### 1 はじめに

外食産業やファストフード、コンビニエンスストアの発展に伴い、その手軽さゆえに多くの人々が外食や持ち帰り惣菜(以下、中食という)を大いに活用している。食の選択肢が広がっていくとともに、多様な食品の中から栄養素のバランスのとれた食品を選択することは心身の健康を保つために大切である。しかし、食品の購入の際にエネルギー以外の栄養素を意識しているものは少ない [1]。

栄養所要量 [2] という、厚生労働省による性別・年齢・運動レベルによって決まる栄養素の摂取目安がある。その中でも最も大切と言われている三つの栄養素はタンパク質・脂質・炭水化物の三大栄養素である。三大栄養素の偏りは脳の働きが鈍りや、体力の低下などの健康に悪い影響が及ぼす。現代の日本では、炭水化物が減少し、脂質が増加する栄養摂取パターンに接近している傾向がある [3]。

外食・中食を食べるのは男性の一人暮らしの人の割合が高くなっている [1]。そして、男性で栄養成分を気にしている割合は、女性の気にしている割合の半分である [4]。さらに、栄養成分を気にしている人の多くは「エネルギー」を参考にしている人がほとんどで、三大栄養素はあまり見られていない。その理由は、摂取す

べき三大栄養素の摂取目標を把握していないということであると考えられる。また、自分の摂取した三大栄養素を把握するためには食べたものから栄養素の計算をする必要があり、その作業は手間がかかり面倒なため、継続が難しいと考えられる。

レコーディングダイエットというログを記録するダイエット手法があるように、食事を記録することは健康に影響を与える [5]。1日単位で栄養素を計算して把握している人は少ないため、1日単位で栄養素の過不足の可視化をすることは栄養素のバランスの改善を支援するのではないだろうか。そして、計算した栄養素の値をもとに、栄養素のバランスを整える食品を推薦することは栄養素のバランスの改善を支援するのではないだろうか。

食事を推薦するシステムが数多く提案されているが [6][7]、その多くは自炊をして生活している人を対象としたシステムである。しかし、実際には外食・中食を活用して生活している人が多いため、外食・中食をメインとして生活する人を対象とした食品推薦システムは有用であるのではないかと考える。

外食産業では近年、各企業のウェブサイト上で、販売している食品の栄養素情報を公開する企業が増えていく。しかし、栄養素の情報を見ようとすると各企業のウェブサイトを訪問しないと見れないため、面倒である。そこで、各店舗の栄養素を統合したデータベースで管理できると栄養素情報参照の手間が省けるので

†連絡先：立命館大学情報理工学部  
〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1  
E-mail: is0298pv@ed.ritsumeik.ac.jp

はないかと考える。本研究では、外食食品データベースを利用し、栄養素の過不足を可視化することや、栄養バランスを整える食品を推薦することにより、栄養所要量の摂取目標を満たす食生活を送ることを支援することを目的とする。

## 2 提案するシステムのデザイン指針

提案するシステムの目的は栄養素の過不足の指摘や、栄養バランスの補正を行える食品の推薦により、栄養所要量の摂取目標を満たす食生活を送ることを支援することである。

これを達成するためには、以下の機能が必要と考えられる。1つ目は、食事のログ(以下、**食事ログ**という)の入力できる機能である。2つ目は、食べたものの栄養素の可視化する機能である。3つ目は、栄養バランスを整える食品の推薦する機能である。

### 2.1 食事ログを入力する機能

栄養素の過不足の指摘や栄養バランスの補正をする食品を推薦するためには、ユーザの食べたものの記録を入手する必要がある。そこで、ユーザに食事ログを入力してもらうための機能を提供する。

### 2.2 栄養素を可視化する機能

栄養素の過不足を指摘するためには、ユーザが食べたものの栄養素を評価し可視化する必要がある。評価する栄養素は三大栄養素とし、可視化する方法はレーダーチャートとする。正しい栄養バランスであれば、レーダーチャートの形が正三角形となる。このため、一目で栄養素の過不足がわかる。

### 2.3 食品を推薦する機能

栄養バランスの補正を行うために食品を推薦する。推薦する食品としては朝食、昼食、夕食のいずれかが考えられる。どの食事を推薦するかを決定するために、著者が所属する大学の大学生の中で一人暮らしをしている者にアンケートを行った。アンケートでは、1週間の中でどの食事で外食または中食を摂取するかを問うた。回答者は15名であった。アンケートの結果、最も外食・中食をとる回数は「昼食」が最大となった。この結果は既存研究の結果とも一致する[8]。このことから、提案システムでは昼食に摂取する食事を推薦することを決定した。

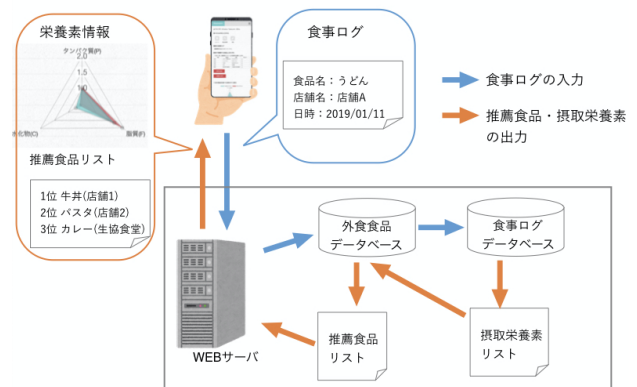


図1: 提案システムの概要

提案システムでは前日の夕食と当日の朝食の栄養素を算出し、それを元にし昼食で摂取する食品を5つ推薦する。前日の夕食と当日の朝食の栄養素のバランスが摂取目標を満たしている場合は、三大栄養素の摂取目標の中央値に近い食品を5つ推薦する。前日の夕食と当日の朝食の栄養素のバランスが摂取目標を満たしていない場合は、三大栄養素のうち最も摂取目標から外れている栄養素を補正する食品を推薦する。

## 3 提案システムの実装

提案システムはブラウザ上で動作するウェブアプリケーションとして実装する。提案システムの概要を図1に示す。ユーザはブラウザからWebページを開き、Webページ上で食事ログを入力することにより、食品の推薦を受けることができる。

### 3.1 食事ログの入力

食事ログは、ユーザID、店舗名、食品名、サイズ、食事日時、データ作成日時、エネルギー(kcal)、タンパク質(g)、脂質(g)、炭水化物(g)、の情報からなるとする。食事ログを入力する方法として3種類の方法を用意する。それぞれレシート入力、食品検索入力、手動入力の3種類である。詳細について説明する。

#### 3.1.1 レシート入力

購入した外食・中食のレシートをOCRを用いて入力する。OCRにより認識された文字列を整形し、店舗名、食品名、サイズを抽出する。外食食品データベース内の店舗名、食品名、サイズとマッチングをとる。合致したものを食事ログとして保存する。

表 1: 三大栄養素の摂取割合目標と中央値

栄養素	目標下限値	目標上限値	中央値
たんぱく質	13	20	16.5
脂質	20	30	25.0
炭水化物	50	65	57.5

外食食品データベースに登録されている外食食品データは、ID、店舗名、食品名、サイズ、メニュータグ、エネルギー (kcal)、タンパク質 (g)、脂質 (g)、炭水化物 (g)、食塩相当量 (g)、三大栄養素のエネルギー産生割合である  $P_r$ ,  $F_r$ ,  $C_r$ 、三大栄養素のエネルギー産生割合の摂取目標からの差分である  $P_{diff}$ ,  $F_{diff}$ ,  $C_{diff}$ 、三大栄養素の摂取目標からの差分の和である  $PFC_{diff}$  の情報からなるとする。外食食品データは 2658 件登録されている。

### 3.1.2 食品検索入力

レシートがない食品の場合は検索により入力を行う。ユーザが店舗名、食品名、サイズのいずれかの項目またはその全ての項目を入力すると、入力された文字列が各項目に含まれる食品のみを絞り込んで表示する。検索結果の一覧を表示し、食べたものを選択してもらい、食事ログとして保存する

### 3.1.3 手動入力

検索によっても摂取した食品が得られない場合は手入力により入力を行う。入力を必須とする項目は、食品名、店舗名、三大栄養素 (3種類)、エネルギー量の合計 6 項目になる。

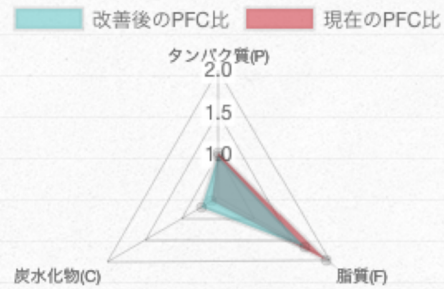
## 3.2 栄養素情報の算出と可視化

入力された食事ログを用いて、摂取した栄養素を算出する。本研究では、栄養素をたんぱく質、脂質、炭水化物からなる三大栄養素とエネルギーとする。

1 日で摂取すべき三大栄養素の割合はエネルギーとの関連により定められている。18 歳以上 29 歳以下の男性の三大栄養素の摂取割合目標と中央値を表 1 に示す。はじめに栄養素の割合を算出し、割合を満たしているかを可視化する。

タンパク質、脂質、炭水化物の重さをそれぞれ  $P_w$ ,  $F_w$ ,  $C_w$  とする。文献 [9] に記載されている数式を参考にし、三大栄養素がエネルギーを産生する割合を算出する。ある食品のエネルギーを  $E$  とした時の、タンパク質、脂質、炭水化物がエネルギーを産生する割合を

## オススメ食品を食べた時のPFC変化



## 過去 1 週間の摂取カロリー

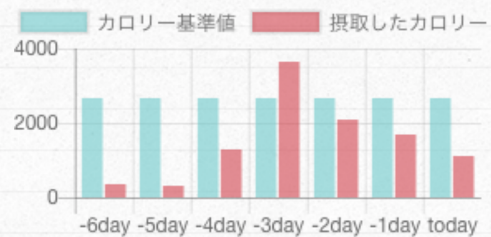


図 2: 栄養素表示の例

$P_r$ ,  $F_r$ ,  $C_r$  とし、算出には式 (1)、式 (2)、式 (3) を用いる。 $P_r$ ,  $F_r$ ,  $C_r$  の範囲はそれぞれ 0 以上 100 以下となる。

$$P_r = \frac{P_w * 4 * 100}{E} \quad (1)$$

$$F_r = \frac{F_w * 9 * 100}{E} \quad (2)$$

$$C_r = 100 - P_r - F_r \quad (3)$$

算出された栄養素情報を可視化する。図 2 に栄養素表示の例を示す。栄養素表示にはレーダーチャートを用いる。栄養素表示は三大栄養素のそれぞれが、栄養所要量の中央値の値になった時に正三角形となるようなレーダーチャートを提示する。赤いレーダーチャートが現在の  $P_r$ ,  $F_r$ ,  $C_r$  で、青いレーダーチャートが推薦食品を食べた時の  $P_r$ ,  $F_r$ ,  $C_r$  を示している。

エネルギーは過去一週間の各日の摂取量を棒グラフを用いて表示する。赤い棒グラフはユーザが摂取したエネルギー、青い棒グラフは摂取基準を示している。

## 3.3 推薦食品の出力

算出した栄養素の割合の情報を基にし、推薦する食品を決定し出力する。

### 3.3.1 推薦する食品候補のリストの作成

1日を次のように3分割し、それぞれ朝食・昼食・夕食とする。

- 朝食…6:00 - 11:00 にとった食事
- 昼食…11:00 - 16:00 にとった食事
- 夕食…16:00 - 翌朝 6:00 にとった食事

昼食を推薦する日の「前日の夕食」と「当日の朝食」のエネルギー量を  $E_{before}$  とする。外食食品データベースの各食品のエネルギー量を  $E_{suggest}$  とする。外食食品データベースから、 $E_{before} + E_{suggest} < E_{target}$  を満たす食品を取得し、リスト  $S_{list}$  に追加する。

### 3.3.2 栄養所要量の差分の算出

栄養素の摂取割合が表 1 に従うように食品を推薦する。そのために現在の栄養所要量の目標との差分を算出する。

たんぱく質、脂質、炭水化物の摂取割合の目標値からの差分を、それぞれ  $P_{diff}, F_{diff}, C_{diff}$  とする。  $P_r, F_r, C_r$  の目標上限と下限は表 1 の通りである。  $P_r, F_r, C_r$  が目標上限と下限を超える場合、目標の範囲内の場合と、3つの場合分けを行い、  $P_{diff}, F_{diff}, C_{diff}$  をそれぞれ次の式 (4)、式 (5)、式 (6) を用いて算出する。

$$P_{diff} = \begin{cases} P_r - 13 & (P_r < 13) \\ 0 & (13 \leq P_r \leq 20) \\ 20 - P_r & (20 < P_r) \end{cases} \quad (4)$$

$$F_{diff} = \begin{cases} F_r - 20 & (F_r < 20) \\ 0 & (20 \leq F_r \leq 30) \\ 30 - F_r & (30 < F_r) \end{cases} \quad (5)$$

$$C_{diff} = \begin{cases} C_r - 50 & (C_r < 50) \\ 0 & (50 \leq C_r \leq 65) \\ 65 - C_r & (65 < C_r) \end{cases} \quad (6)$$

$P_{diff}, F_{diff}, C_{diff}$  の絶対値の差を  $PFC_{diff}$  とし、次の式 (7) を用いて算出する。

$$PFC_{diff} = |P_{diff}| + |F_{diff}| + |C_{diff}| \quad (7)$$

### 3.3.3 食品の推薦

昼食を推薦する日の「前日の夕食」と「当日の朝食」の  $PFC_{diff}$  を、  $PFC_{diff\_before}$  とする。同様に、外食食品データベースの各食品の  $PFC_{diff}$  を算出し、  $PFC_{diff\_suggest}$  とする。昼食を推薦する日の「前日の

分類	食品名	店舗	食べたい
主食	牛黒カレー (大盛)	吉野家	<input type="checkbox"/>
定食	おしんこ鮭朝食 (大盛)	すき家	<input type="checkbox"/>
定食	鯖塩焼きセット	立命館大学生協食堂	<input type="checkbox"/>
主食	塩豚おろしぶっかけ (大)	はなまるうどん	<input type="checkbox"/>
主食	ウェンディーズパーガー (トリプル)	Wendys First Kitchen	<input type="checkbox"/>

図 3: 食品推薦の例

夕食」と「当日の朝食」と「推薦食品」の  $PFC_{diff}$  を算出し、  $PFC_{diff\_after}$  とする。

$PFC_{diff\_before} = 0$  の時は三大栄養素の摂取目標を満たしている。摂取目標を満たしている場合には、  $PFC_{diff\_suggest} = 0$  である食品を推薦する。推薦手順は以下の通りである。

1.  $S_{list}$  から  $PFC_{diff\_suggest} > 0$  である食品を除く。
2.  $S_{list}$  から店舗が被らないようにして 5 つの食品を選択する。

反対に、  $PFC_{diff\_before} > 0$  の時は三大栄養素の摂取目標を満たしていない。三大栄養素のバランスを補正する食品を推薦する。そのために、  $P_{diff}, F_{diff}, C_{diff}$  の基準からの差が最も大きいものを  $N_{adjust}$  とし、優先して補正する。手順は以下の通りである。

1.  $S_{list}$  から  $PFC_{diff\_suggest} = 0$  である食品を除く。
2.  $N_{adjust}$  が目標上限値を上回る時、  $S_{list}$  から  $PFC_{diff\_suggest}$  が小さい順に  $N_{adjust}$  の目標値からの差分が負の値になる食品を最大 5 品選択する。ただし、  $PFC_{diff\_after} \leq PFC_{diff\_before}$  を満たす食品とする。
3. 同様に、  $N_{adjust}$  が目標下限値を下回る時、  $S_{list}$  から  $PFC_{diff\_suggest}$  が小さい順に  $N_{adjust}$  の目標値からの差分が正の値になる食品を最大 5 品選択する。ただし、  $PFC_{diff\_after} \leq PFC_{diff\_before}$  を満たす食品とする。

図 3 に食品推薦の例の図を示す。これは、夕食にすき家の牛丼 (並盛)、朝食にミスタードーナツのエンゼルフレンチ、オールドファッションを食べた時に推薦された 5 品である。最大 5 つの食品それぞれに対して、主食・主菜・副菜・汁物・定食の分類、食品名、店舗を表示する。

表 2: グループごとの三大栄養素・エネルギー量の結果

実験グループ	$PFC_{diff}$	エネルギー量
A(提案システム)	42.67	1692.2
B(比較システム 1)	49.13	1408.1
C(比較システム 2)	44.98	1450.5

## 4 評価実験

提案システムにより栄養素の摂取バランスの改善が支援できるかを評価する実験を行なった。

### 4.1 実験手順

本実験は以下の手順で行った。

1. 被験者を募り 3つのグループに分けた。グループ A, グループ B, グループ C とした。
2. 2019/01/11 の夕食 (16 時) から, 2019/01/16 の昼食 (16 時) までの 5 日間システムを利用してもらった。グループ A は提案システム, グループ B は比較システム 1, グループ C は比較システム 2 を使用して食事ログを入力した。
3. 5 日間の食事ログを入力した後に, アンケートに回答してもらった。

被験者は立命館大学情報理工学部所属する男性 21 名であった。年齢は 18 歳から 29 歳までであった。21 名を 7 名ずつの 3つのグループに分けた。

用いたシステムは 3つあった。提案システムは本論文で提案したシステムである。比較システム 1 は提案システムから食品推薦の機能を除いたシステムであった。比較システム 2 は提案システムから食品推薦の機能と、栄養素の可視化の機能を除いたシステムであった。

提案システムを用いたグループ A の被験者には、推薦食品を食べたいと思ったかを昼食前に送信してもらった。各グループには食事ログを入力する際、自炊をしたり、外食食品データベースにない食品を食べた場合は、レシピサイトから類似する料理を探してもらい、そのレシピから算出した栄養素とエネルギーを入力してもらった。

得られた食事ログおよび栄養素の情報から以下の項目をグループ間で比較することによりシステムの評価を行なった。

1. 平均  $PFC_{diff}$
2. 平均エネルギー

### 4.2 実験結果

表 2 にグループごとの評価項目を示す。三大栄養素改善日数が最も多いのは提案システムを用いたグループ A であった。平均  $PFC_{diff}$  が最も小さいのは提案システムを用いたグループ A であった。エネルギー量においては、比較システム 1 を用いたグループ B が最も少なくなった。

## 5 考察

三大栄養素の改善日数は提案システムを用いたグループ A が最も多くなった。比較システム 1 と提案システムの差は食品推薦機能の有無であった。提案システムは 7 名の被験者にそれぞれ 5 回ずつ昼食の推薦をした。7 名の被験者は平均 1.38 回、推薦された食品を食べたいと思ったと回答したが、実際に推薦された食品を食べた回数は 0 回であった。しかし、三大栄養素のバランスが類似した食品を選択することがあった。類似した食品を選択した例を表 4 に示す。同じおにぎりのカテゴリから食品を選んだことが示されている。食品を推薦することにより、推薦食品を意識して昼食の選択を行うようになり、その結果として三大栄養素の改善日数が最も多くなったと考えられる。したがって、食事推薦は三大栄養素のバランス改善を支援することがわかった。

エネルギー量については最も少なかったのはグループ B であった。グループ B の被験者のエネルギー量が少なかった理由としては、表 3 に示すように朝食を抜き、夕食と昼食のみ摂取する人が多かったことが原因として考えられる。各被験者の朝食、昼食、夕食の接種回数を調べたところ、全てのグループで多くの被験者が朝食を摂取していなかった。グループ A では朝食をとっていない分を昼食で補おうとするため、摂取エネルギー量が多くなったと考えられる。この結果から各人の食事生活に応じた推薦を検討すべきであることがわかった。

## 6 おわりに

本研究では、外食・惣菜がメインでも栄養バランスを整える食品推薦システムを提案した。提案システムは、外食産業の栄養素データベースを元に、栄養素の過不足を指摘することや、栄養バランスの補正を行える食品を推薦することにより、栄養所要量の摂取目標を満たす食生活を送ることを支援するシステムである。評価実験の結果、食品推薦を行った被験者に対しては摂取する三大栄養素バランスの改善が確認された。こ

表 3: グループ B のあるユーザの 1 日分の食事ログ

店舗名	食品名	サイズ	ログ日時	区分	$E_{nergie}$	$P_w$	$F_w$	$C_w$
はなまるうどん	カレーライス	大	2019-01-12 22:53	夕	518	5.8	27.3	62.4
ミスタードーナツ	オールドファッション		2019-01-12 22:58	夕	372	12.9	10.5	57.9
コンビニ	フィットチーネグミ		2019-01-12 22:58	夕	267	9.3	13.6	26.9
コンビニ	ポディメンテ		2019-01-12 23:00	夕	608	25.3	19.5	82.3
ローソン	悪魔のおにぎり		2019-01-13 10:18	昼	608	25.3	19.5	82.3

表 4: 推薦した食品と摂取した食品の比較

	食品名	$P_{diff}$	$F_{diff}$	$C_{diff}$
推薦	昆布おむすび	-5.57	-16.77	24.34
摂取	おかかおにぎり	-4.32	-18.13	24.45

の結果から、提案システムにより食品推薦を行うことは健康的な食生活を支援することを確認できた。

今後は食品を推薦する際に個人の嗜好を考慮していきたい。推薦を行なった際の満足度 [10] を考慮することにより、より質の高い推薦が行える可能性がある。加えて 1 品だけを推薦するのではなく献立を推薦するように改善していきたい。Kuo ら [11] は食材を入力することで、よく一緒に食べられている料理の組み合わせの献立を出力するシステムを提案している。提案システムにおいても献立を推薦することにより、より栄養バランスを整えることを支援していきたい。

## 謝辞

本研究の一部はすかいらーく財団の助成を受けた。記して謝意を申し上げる。

## 参考文献

- [1] 平成 27 年国民健康・栄養調査報告. <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000142359.html> 2019 年 1 月 23 日に閲覧.
- [2] 報道発表資料「日本人の食事摂取基準 (2015 年版) 策定検討会」の報告書. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000041733.html> 2019 年 1 月 23 日に閲覧.
- [3] 平成 25 年国民健康・栄養調査報告. <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/h25-houkoku.html> 2019 年 1 月 23 日に閲覧.
- [4] 調査から見える日本の食卓. [https://www.nhk.or.jp/bunken/research/yoron/20161001\\_7.html](https://www.nhk.or.jp/bunken/research/yoron/20161001_7.html) 2019 年 1 月 23 日に閲覧.
- [5] 岡田斗司夫. いつまでもデブと思うなよ. 新潮社, 2007.
- [6] 伊原啓晃, 玉井森彦, 安本慶一. 複数要因を総合的に考慮した夕食レシピ推薦システムとその評価. *CSEC-64*, Vol. 32, No. 2014-02-27, pp. 1–8, 2014.
- [7] 高橋 淳, 伊藤 孝行, 植田 嗣也. 栄養の食べ合わせを考慮した料理推薦機構の試作. 研究報告知能システム (ICS), Vol. ICS-164-2, No. 2011-10-21, pp. 1–6, 2011.
- [8] 金塚永華, 川村公子, 戸塚優衣, 栗原久. 大学生の食生活と総合的健康状態との関連について. 東京福祉大学・大学院紀要, Vol. 8(2), No. 2018/3/25, pp. 221–229, 2018.
- [9] エネルギー産生栄養素バランスとは. <https://www.glico.co.jp/navi/e04.html> 2019 年 1 月 23 日に閲覧.
- [10] Kenta Oku, Shinsuke Nakajima, and Jun Miyazaki. 状況依存型ユーザ嗜好モデリングに基づく Context-Aware 情報推薦システム. *Sci. Technol.*, Vol. 48, No. June, pp. 162–176, 2007.
- [11] Man-Kwan Shan Suh-Yin Lee Fang-Fei Kuo, Cheng-Te Li. Intelligent menu planning: recommending set of recipes by ingredients. In *Proceedings of the ACM multimedia 2012 workshop on Multimedia for cooking and eating activities*, pp. 1–6, 2012.