

食品ロス防止のための購買履歴に基づく位置情報つき 値引き食品レコメンドシステムの実現

川田明香利[†] 佐々木 史織[‡]

[†]武蔵野大学データサイエンス学部 〒135-8181 東京都江東区有明三丁目3番3号

E-mail: [†]s2122019@stu.musashino-u.ac.jp, [‡]ssasaki@musashino-u.ac.jp

あらまし 近年、食品小売業が食品ロスの削減を目指し、消費期限が近づいてきた食品を値引きする取り組みを行っている。また、それに伴い値引き食品の販売を促進するための値引き食品クーポンアプリも開発されている。本研究では、食品販売店舗における値引き食品の販売促進と顧客の値引き食品に対する購買意欲向上の一環として、ユーザの食品購買履歴を用いてパーソナライズされた値引き食品を推薦するシステムを実現する。具体的には、ユーザの食品別購入頻度、食品販売店舗の値引き商品情報、および、ユーザと店舗の位置情報を用いて、各ユーザの購入タイミングとアクセシビリティに応じた値引き食品の推薦を行うシステムの実現方式を示す。

キーワード フードロス、SDG2、SDG12、SDG15、食品、購買履歴、位置情報、推薦システム、パーソナライゼーション、時空間 DB

1. はじめに

2015年にSDGsが採択され、その目標の1つである「Goal12 つくる責任 使う責任」にて提示されているように、食品ロスは世界的に大きな問題となっている。令和2年度における日本での事業系食品廃棄量は275万トンとなっており[1]、食品ロスの対策として消費期限が間近の食品を値下げする取り組みを行なっている食品小売業者も増加している。それに伴い近年値引き食品のクーポン配信アプリが展開され始めており[2][3]、より利用者の状況や購入パターンに適した値引き食品の推薦が求められている。実際に値引き食品のクーポン配信アプリを使用した際、時には興味のない値引き食品や買いに行くには遠い店舗のキャンペーン情報が表示されてしまう場合がある。

そこで、本研究ではユーザの過去の食品購買情報と位置情報を活用した値引き食品のレコメンドシステムを実現することにより、ユーザの値引き食品に対する購買意欲向上を通じて、消費期限切れによる食品廃棄物の削減を目指す。本システムは、ユーザの食品別購入頻度、食品販売店舗の値引き商品情報、および、ユーザと店舗の位置情報を用いて、日付に応じて最適なタイミングで適した値引き食品をレコメンドすることにより、各ユーザの購入タイミングとアクセシビリティに応じた値引き食品の推薦を行う。

また、現在AIの共通基盤技術の1つとして、商品画像データの仕様の明確化、関連する計測装置等の開発、商品情報データベースの構築が推進されている[4]。近い将来、小売や物流等の工場から消費者まで商品を運ぶ過程においても商品のAI画像認識や棚の欠品検知・在庫管理、ロボットにより商品把持と自動陳列が行われる時代が来ると予想される。これらの将来ビジョン

をベースとして、本稿で提案するシステムは、現在のバーコードで管理されているPOSデータ、商品メタデータの統合的な活用を前提としている。

本稿では2節で関連研究について述べ、3節で本研究の基本的方式について、4節で提案手法について述べる。また、5節で提案手法の実験とその考察を述べ、6節で結論と今後の展開についてまとめる。

2. 関連研究

本研究は、関連研究として、主に以下の研究を参考としている。

スーパーマーケット年次統計調査 報告書(2021)[5]は、日本国内のスーパーマーケットに関する調査について述べている。食品ロス削減の取り組みに関する調査をしたところ、「値引きによる売り切り推進」に取り組んでいるスーパーマーケットが約9割と最も多い結果となった。このような調査結果から、食品小売業の値引き食品をよりの確に推薦することで食品ロスの削減を目指すことは有用であると考えられる。

協調フィルタリングをベースに、顧客の商品の購買間隔を考慮した商品推薦の手法が研究されている[6]。商品の購買間隔を考慮した推薦手法である点は本稿で述べる手法と共通しているが、この先行研究が集団としてのユーザの購買間隔を重視しているのに対し、本研究で実現するシステムは、各ユーザ個人の購入頻度と位置情報を用いてパーソナライズされた実店舗の値引き食品を推薦する点を特徴とする。

また、本研究は、先行研究として、ユーザの位置・時間情報と興味関心に合致するイベントを推薦するシステムの実現方式[7]を参考としている。

3. 基本アイデア

3.1 システム構成

ユーザにパーソナライズした食品をレコメンドするにあたり、本システムはスーパーマーケットが管理・提供する値引き食品データベースに連結することを前提として、以下の要件に合致する値引き食品情報を検索し、ユーザに推薦する。

- ・ユーザの現在位置に近いスーパーの食品
- ・ユーザの現在時刻において値引きされている食品
- ・ユーザが今購入したいと思う食品

そこで本研究では、ユーザの購買履歴を元に食品の種類別の購入周期を計算し、ユーザの現在位置・現在時刻に近い店舗で販売されている、ユーザが最も購入しそうな値引き食品をレコメンドするシステムを実現する。図1に本方式の全体構成、図2に出力イメージを示す。

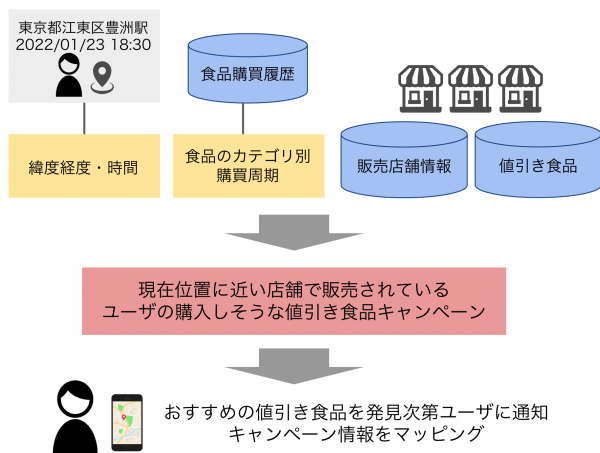


図1 本システムの概要



図2 出力イメージ

本方式では、ユーザの食品購買履歴、ユーザの現在位置・現在時刻情報、値引き食品の商品情報、値引き食品販売店舗の位置情報のデータを用いる。なお、食品のカテゴリには総務省が公開している日本標準商品分類[8]に基づくカテゴリ分類を用いる。

3.2 購入周期計算方法

本方式における食品別の購入周期計算は、具体的には以下のステップにより実現される。

STEP 1 食品をカテゴリ分類する

対象ユーザの食品購買情報にある食品を、総務省が公開している日本標準商品分類の表を参照し、大カテゴリ・中カテゴリ・小カテゴリに分類する。

STEP 2 指定のカテゴリの食品のデータを抽出し、前回購入日との日付差分を算出する。

購入周期を算出したいカテゴリのデータを抽出し、日付順に格納したテーブルを作成する。前回購入日のカラムを作成し、購入日との日付差分を算出する。

STEP 3 購入周期を計算する

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

購入周期は上記の計算式より求められる。 a は購入周期、 x は日付差分、 n は算出した日付差分の件数となっている。STEP2で算出した前回購入日との日付差分の平均を計算することで、ユーザが何日間隔で指定の食品を購入しているかを算出することができる。

STEP 4 推薦日の設定

指定の食品の最終購入日に、STEP3で計算した a を日数として加算し、その結果を推薦すべき日付とする。設定していた推薦日より早く購入された場合、その早く購入された日に a を日数として加算しまた新たに推薦日を設定する。設定していた推薦日当日までに購入されなかった場合、設定していた推薦日に a を日数として加算し、新たに推薦日を設定する。

4. 実現方式/実装

4.1 データベース構造

本実現方式では PostgreSQL を用いて以下のデータベースを作成する。図3にER図を示す。

- (1) ユーザ情報データベース
ユーザ ID, ユーザ名
- (2) 食品購買履歴データベース
ユーザ ID, 商品 ID, 購入日時
- (3) 現在位置・時刻情報データベース
ユーザ ID, 緯度, 経度, 現在時刻
- (4) 値引き食品販売情報データベース
値引き食品 ID, 商品 ID, 店舗 ID, 値引き率, 販売日時
- (5) 販売店舗情報データベース
販売店舗 ID, 販売店舗名, 緯度, 経度
- (6) 商品情報データベース
商品 ID, 商品名, 価格

- (7) 商品カテゴリデータベース
 カテゴリ ID,商品 ID,大カテゴリ,中カテゴリ,小カテゴリ
- (8) おすすめ値引き食品データベース
 おすすめ値引き食品 ID,ユーザ ID,値引き食品 ID

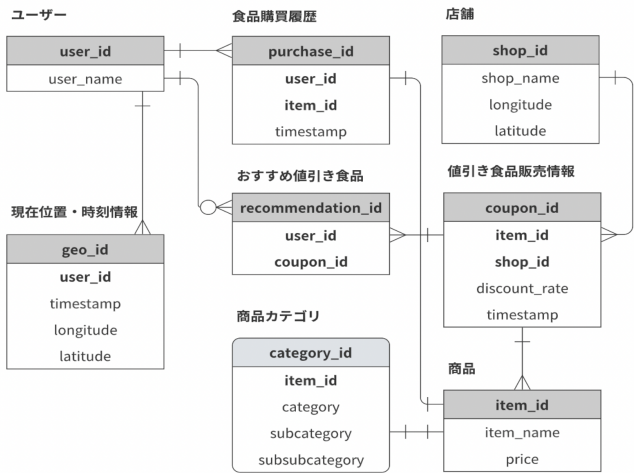


図 3 ER 図

(1),(2),(3)はユーザ側、(4),(5)は販売店舗側の情報である。(2),(3),(5),(8)のデータベースは、本システムアプリケーション内において管理・更新され、(4)のデータベースは各店舗により管理・更新され、本システムに連携されることを想定している。(6),(7)のデータベースは、店舗で販売される食品の商品情報(カテゴリ分類情報含む)を統一的に扱うために、将来的に実現されることを目標としたデータベースである。各食品に設定される商品識別のための JAN コードや、食品表示法に基づき設定される食品名称を体系的に取り扱えるようデータ化し、(7)や(8)のようなデータベースを作成することを目指す。

4.2 使用ツール

PostgreSQL [9], GoogleMaps API [10]

5. 実験

本実験では、次の実験 1 および実験 2 を行い、実現可能性/有効性について検証する。

実験 1: 3.2 において述べた購入周期計算方式の検証

実験 2: 3.1 において述べたシステム構成に基づく値引き食品推薦の検証

実験 1 では、実験用データと購入周期に関する 3 種類の実験(小・中・大カテゴリ)を設定し、カテゴリ別に購入周期計算方式を検証する。実験用データには、ある 1 世帯の 2021 年 11 月 12 日から 2022 年 1 月 27 日までの食品購買情報(食品購買履歴 DB)のデータを格納したデータベース(図 4)を使用する。購入食品数は合

計で 526 件である。

実験 2 では、4.1 において実現したデータベース群を対象として、ユーザの購入履歴・現在位置・現在時刻に合致した食品の値引きクーポンが推薦されるプロセスについて検証する。

実験で使用するデータベースの一部を図 4 に示す。

user_id	item_name	category	subcategory	subsubcategory	date
1	トマト 40g×12個	畜産食品	食用鳥卵	鶏卵	2021-11-12
1	ケチャ 450g	畜産加工品	乳製品	ヨーグルト	2021-11-12
1	冷凍食品 100g×12個	魚	肉類	まいたけ	2021-11-12
1	冷凍食品 100g×12個	畜産加工品	肉類	チーズ	2021-11-12
1	冷凍食品 100g×12個	畜産加工品	肉類	コンシスナック菓子	2021-11-12
1	冷凍食品 100g×12個	菓子類	スナック菓子	ビール	2021-11-12
1	冷凍食品 100g×12個	飲料	酒	ビール	2021-11-12
1	冷凍食品 100g×12個	野菜	野菜類	キャベツ	2021-11-12
1	冷凍食品 100g×12個	野菜	野菜類	トマト	2021-11-12
1	冷凍食品 100g×12個	大豆製品	納豆	納豆	2021-11-12
1	冷凍食品 100g×12個	肉類	豚肉	豚のき肉	2021-11-12

図 4 実験で使用する食品購買情報データを格納したテーブルの一部抜粋

5.1 実験 1:購入周期計算方式の検証

本実験では、はじめに小カテゴリ別の購入周期を計算し、続いて食品の中カテゴリ、大カテゴリ別に購入周期を計算する。その上で設定した推薦日が実際に購入した日付と合致するかどうかで精度を確認する。

データベース内の全トランザクションのうち、8 割を訓練用(購入周期計算用)データとして使用し、2 割を計算結果と合致しているかの確認のためのテストデータとして使用する。

具体的には、まず 2021 年 11 月 12 日から 2022 年 1 月 12 日までの期間の購買データ(全 441 件)で購入周期を算出する。次に、その購入周期をもとに対象の食品を推薦する日を設定し、2022 年 1 月 13 日から 2022 年 1 月 27 日までの期間の購買データ(全 85 件)と照合して評価を行った。

5.1.1 実験 1-1: 小カテゴリ別の購入周期の算出

小カテゴリ「トマト」「ヨーグルト」「納豆」を例にとり、ユーザが各食品を何日周期で購入しているかを算出し、購入周期に基づく推薦日と実際に購入した日付が(1)完全一致した日の数、(2)前後 1 日で一致した日の数、(3)前後 2 日で一致した日の数をカウントする。小カテゴリ商品を対象とした購入周期の算出結果を表 1 に、各食品別の結果を表 2、表 3、表 4 に示し、その要約を表 5 に示す。

表 1 実験 1-1：食品の種類別購入周期の算出結果（小カテゴリ）

食品種類名	購入周期
トマト	4 日
ヨーグルト	2 日
納豆	4 日

表 2 実験 1-1-1：購入周期に基づく推薦日と実際の購入日の比較（トマト）

推薦日	実際に購入した日	一致した日
1 月 17 日	1 月 13 日	

1月21日	1月24日	
(2件)	(2件)	(0件)

表 3 実験 1-1-2：購入周期に基づく推奨日と実際の購入日の比較（ヨーグルト）

推奨日	実際に購入した日	一致した日
1月14日	1月15日	
1月17日	1月24日	
1月19日		
1月21日		
1月23日		
1月26日		
(6件)	(2件)	(0件)

表 4 実験 1-1-3：購入周期に基づく推奨日と実際の購入日の比較（納豆）

推奨日	実際に購入した日	一致した日
1月17日	1月13日	1月17日
1月21日	1月17日	1月25日
1月25日	1月25日	
	1月27日	
(3件)	(4件)	(2件)

食品種類名	推奨日の数	購入した日の数	一致した日の数
トマト	2件	2件	0件
ヨーグルト	6件	2件	0件
納豆	3件	4件	2件

(1)完全一致した日の数と同様に、(2)前後1日で一致した日の数、(3)前後2日で一致した日の数をカウントした結果を表 6 に示す。

食品種類名	前後1日で一致した日の数	前後2日で一致した日の数
トマト	0件	0件
ヨーグルト	2件	4件
納豆	2件	3件

5.1.2 実験 1-2: 中カテゴリ別の購入周期の算出
 中カテゴリ「スナック菓子」「豚肉」「豆腐」の購入データを例に、実験 1 と同様の方法で評価を行った。中カテゴリ商品を対象とした購入周期の算出結果を表 7 に、各食品別の結果を表 8、表 9、表 10 に示し、その要約を表 11、表 12 に示す。

表 7 実験 1-2 食品の種類別購入周期の算出結果（中カテゴリ）

食品種類名	購入周期
スナック菓子	3 日
豚肉	2 日
豆腐	5 日

表 8 実験 1-2-1：購入周期に基づく推奨日と実際の購入日の比較（スナック菓子）

推奨日	実際に購入した日	一致した日
1月14日	1月15日	
1月18日	1月25日	
1月21日	1月27日	
1月24日		
(4件)	(3件)	(0件)

表 9 実験 1-2-2：購入周期に基づく推奨日と実際の購入日の比較（豚肉）

推奨日	実際に購入した日	一致した日
1月14日	1月17日	1月19日
1月16日	1月19日	1月25日
1月19日	1月25日	1月27日
1月21日	1月27日	
1月23日		
1月25日		
1月27日		
(7件)	(4件)	(3件)

表 10 実験 1-2-3：購入周期に基づく推奨日と実際の購入日の比較（豆腐）

推奨日	実際に購入した日	一致した日
1月22日	1月13日	
	1月17日	
	1月25日	
	1月27日	
(2件)	(4件)	(0件)

表 11 実験 1-2 精度検証の結果 1（中カテゴリ）

食品種類名	推奨日の数	購入した日の数	一致した日の数
スナック菓子	4件	3件	0件
豚肉	7件	4件	3件
豆腐	2件	4件	0件

表 12 実験 1-2 精度検証の結果 2（中カテゴリ）

食品種類名	前後1日で一致した日の数	前後2日で一致した日の数
スナック菓子	2件	2件
豚肉	4件	6件
豆腐	0件	0件

5.1.3 実験 1-3: 大カテゴリ別の購入周期の算出
 大カテゴリが「肉」「魚」「漬物」の購入データを例に、実験 1、実験 2 と同様の方法で評価を行った。大カテゴリ商品を対象とした購入周期の算出結果を表 13 に、各食品別の結果を表 14、表 15、表 16 に示し、その要約を表 17、表 18 に示す。

表 13 実験 1-3 食品の種類別購入周期の算出結果（大カテゴリ）

食品種類名	購入周期
肉	1 日
魚	3 日
漬物	3 日

表 14 実験 1-3-1：購入周期に基づく推薦日と実際の購入日の比較（肉）

推薦日	実際に購入した日	一致した日
1 月 13 日	1 月 13 日	1 月 13 日
1 月 14 日	1 月 17 日	1 月 17 日
1 月 15 日	1 月 19 日	1 月 19 日
1 月 16 日	1 月 25 日	1 月 25 日
1 月 17 日	1 月 27 日	1 月 27 日
1 月 18 日		
1 月 19 日		
1 月 20 日		
1 月 21 日		
1 月 22 日		
1 月 23 日		
1 月 24 日		
1 月 25 日		
1 月 26 日		
1 月 27 日		
(15 件)	(5 件)	(5 件)

表 15 実験 1-3-2：購入周期に基づく推薦日と実際の購入日の比較（魚）

推薦日	実際に購入した日	一致した日
1 月 12 日	1 月 19 日	
1 月 15 日	1 月 24 日	
1 月 18 日	1 月 25 日	
1 月 22 日	1 月 27 日	
(4 件)	(4 件)	(0 件)

表 16 実験 1-3-3：購入周期に基づく推薦日と実際の購入日の比較（漬物）

推薦日	実際に購入した日	一致した日
1 月 13 日	1 月 13 日	1 月 13 日
1 月 16 日	1 月 17 日	
1 月 20 日	1 月 25 日	
1 月 23 日		
(4 件)	(3 件)	(1 件)

表 17 実験 1-3 精度検証の結果 1（大カテゴリ）

食品種類名	推薦日の数	購入した日の数	一致した日の数
肉	15 件	5 件	5 件
魚	3 件	4 件	0 件
漬物	4 件	3 件	1 件

表 18 実験 1-3 精度検証の結果 2（大カテゴリ）

食品種類名	前後 1 日で一致した日の数	前後 2 日で一致した日の数
肉	11 件	14 件
魚	1 件	2 件
漬物	2 件	3 件

5.1.4 実験 1 の考察

本実験では、小・中・大のカテゴリ別で推薦日の設定の精度に差があると仮定し、3つの実験を行った。カテゴリが大きい分類になるほど指定のカテゴリに該当する商品数が多くなるため、推薦日は実際の購入日と一致しやすくなると予想していた。表 19 に、各食品の設定された推薦日が実際に購入された日と一致した日の数/実際に購入した日の数の割合を示す。実際に、最も推薦日が実際の購入日と一致する結果となったカテゴリは、大カテゴリであった。

表 19 推薦日と実際の購入日が一致した日の割合

食品種類名(カテゴリの大きさ)	一致した日の数/ 購入した日の数
トマト(小)	0%
ヨーグルト(小)	0%
納豆(小)	50%
スナック菓子(中)	0%
豆腐(中)	0%
豚肉(中)	50%
肉(大)	100%
魚(大)	0%
漬物(大)	33.3%

しかし、「魚」カテゴリのように、大カテゴリの食品でも設定された推薦日が実際の購入日と 1 件も一致しないカテゴリもあった。更に、同じ大カテゴリの「肉」カテゴリでは、毎日が推薦日として設定されているため、一致した日の割合が 100%となっている。このことから、推薦日と実際に購入した日が完全に一致した日の数の点からは、カテゴリの大きさとレコメンド日の設定の精度に関係性はあまりないと考えられる。

また、各実験結果の考察から、推薦日の設定方法に関して課題点が見つかった。まず実験 1-1 では、小カテゴリが「納豆」の食品の推薦日が 3 件中 2 件実際の購入日と一致しており、「トマト」と「ヨーグルト」は推薦日と実際の購入日が一致しなかった(表 6)。推薦日が前後 1 日違いで一致した日の数を見ても、「トマト」は 2 件中 0 件、「ヨーグルト」は 6 件中 2 件のみの一致であり、推薦日の設定の精度は低いと言える(表 6)。精度が低い原因として、「トマト」は推薦日よりも早めに購入された場合に適切な推薦日を設定するよう対処できなかったこと、「ヨーグルト」は購入データを見てみると 1 日で複数購入されており、且つ予測よりも購入日の間隔が長かったため、このことから買い置きに対処できなかったと考えられる。

実験 1-2 では、中カテゴリが「豚肉」と「豆腐」の食品は前述したように推薦日が実際の購入日と一致する確率が高く、「スナック菓子」のみ一件も一致しなかった(表 11)。しかし、「豆腐」カテゴリの実際の購入日

の件数は4件あるが、推薦日は2件のみで、一致したのは1件であったため推薦日の設定は不十分であると考えられる。「豆腐」カテゴリは設定した推薦日よりも早めに購入されてしまうことが多く、それに対処できなかったことが原因である。

実験 1-3 では、大カテゴリが「肉」の食品は推薦日の15件中5件が実際の購入日と一致し、「魚」と「漬物」のカテゴリは一致した推薦日がなかった。大カテゴリが「肉」の食品は、購入した日の数に対し、推薦日の数が極端に多くなっている(表 17)。「肉」カテゴリの食品の購入周期が1日と算出されてしまったため、毎日が推薦日になっていることが原因である(表 13)。

以上のことから、レコメンド日と実際の購入日が完全に一致した日の数を見ると本実験で設定した推薦日でのレコメンド効果は低いと考えられる。しかし、前後1日または前後2日で一致した日の数(表 6,表 12,表 18)を見ると、豆腐カテゴリ以外の全カテゴリにおいて、完全に一致した日の件数よりも増加しており、一致率も高くなっている。このことから、本実験で設定した推薦日でのレコメンド効果は有効であると考えられる。

5.2 実験 2:システム構成に基づく値引き食品推薦の検証

本実験では、3.基本アイデアで提示したシステム構成案に基づき、仮想ユーザ A の購入周期と現在位置・時刻情報を用いて、値引き食品情報データベースから適切な値引き食品情報を抽出することにより、システムの実現可能性を確認する。

具体的には、ユーザ A の購入周期、ユーザ A と店舗データベース内の各店舗との空間的距離、ユーザ A の現在時刻とアクセス可能な値引きクーポン情報との時間的距離を計算し、最もアクセシブルな値引き食品情報を抽出する。

また、実験用に値引き食品データベース(図 5)と販売店舗データベース(図 6)を、東京都江東区豊洲周辺を参考に作成した。

itemid	shopid	itemname	subsubcategory	saledate
1	3	アロエヨーグルト	ヨーグルト	2022-01-13 15:00:00
2	2	トマト	トマト	2022-01-13 16:00:00
3	2	ビビダスアロエヨーグルト 75g×4	ヨーグルト	2022-01-13 16:00:00
4	1	アロエヨーグルト	ヨーグルト	2022-01-13 16:00:00

図 5 値引き食品データベース(計 16 件)

shopid	shopname	shoplongitude	shoplatitude
1	スーパーサカガミ グランパ豊洲店	35.653832	139.796447
2	成城石井 ららぽーと豊洲店	35.654560	139.794522
3	フードストアあおき 東京豊洲店	35.655878	139.794224

図 6 販売店舗データベース (計 7 件)

5.2.1 実験 2-1 購入周期計算に基づく適切なクーポン ID の算出

本実験で推薦する食品のカテゴリとユーザ A の現在位置・時刻情報を表 20 のように設定する。

表 20 実験 2-4 推薦する食品カテゴリと仮想ユーザの位置・時刻情報

カテゴリ	現在位置	現在時刻
(大)畜産加工品 (中)乳製品 (小)ヨーグルト	ライオンズマン ション豊洲	2022-01-14 14:50:00

実験 1-1 (表 1) の結果から、小カテゴリが”ヨーグルト”の食品の購入周期は2日あるため、これを用いてユーザ A の最終購入日および該当食品の値引き情報推薦日を計算した結果を表 21 に示す。

表 21 実験 2-1 推薦日計算結果

購入間隔	最終購入日	推薦日
2 日	2022-01-12	2022-01-14

上記の結果より、小カテゴリが”ヨーグルト”
且つ 2022-01-14 に販売される値引き食品の情報を PostgreSQL 上で抽出する。抽出結果を図 7 に示す。

itemid	shopid	itemname	saledate
6	1	ビビダスアロエヨーグルト 75g×4	2022-01-14 16:00:00
7	2	アロエヨーグルト	2022-01-14 15:00:00
9	5	ビビダスアロエヨーグルト 75g×4	2022-01-14 12:00:00
(3 rows)			

図 7 実験 2-1 値引き食品情報抽出結果

5.2.2 実験 2-2 空間的距離に基づく適切な食品販売店舗の算出

ユーザ A の現在位置を「ライオンズマンション豊洲(緯度 35.6591785, 経度 139.8041712)」と設定し、PostGIS を用いて店舗との距離を計算する。計算結果を図 8 に示す。ユーザ A の現在位置と最も空間距離的に近い店舗として、「文化堂豊洲店」が検索されている。

shopid	shopname	st_astext	dist
4	文化堂 豊洲店	POINT(35.656974 40.20209099999999996)	720.23414967
5	たつみチェーン 豊洲店	POINT(35.655474 40.20174)	728.22626736
7	イオン東豊店	POINT(35.648562 40.19784799999999999)	931.36517129
1	スーパーサカガミ グランパ豊洲店	POINT(35.653832 40.203553)	971.00517529
3	フードストアあおき 東京豊洲店	POINT(35.655878 40.20577599999999986)	1139.70980757
2	成城石井 ららぽーと豊洲店	POINT(35.65456 40.205478)	1141.31563290
6	ダイエー 豊洲店	POINT(35.651197 40.20683399999999986)	1398.24714999
(7 rows)			

図 8 実験 2-2 ユーザ A の現在位置と店舗の空間的距離計算結果

5.2.3 実験 2-3 時間的距離に基づく適切なクーポン ID の算出

ユーザ A の現在時刻を 2022-01-14 14:50 と仮定し、PostgreSQL 上で 2022-01-14 当日の 14:50 分以降に販売される値引き食品情報を抽出し、近い順にソートして表示する。抽出結果を図 9 に示す。

itemid	shopid	itemname	saledate
7	2	アロエヨーグルト	2022-01-14 15:00:00
6	1	ビビダスアロエヨーグルト 75g×4	2022-01-14 16:00:00

図 9 実験 2-3 ユーザ A の現在時刻と値引き食品情報の時間的距離計算結果

5.2.4 実験 2-4 総合評価：購入周期・時空間距離を反映した値引きクーポン ID の算出

表 20 に示したように、本実験で推薦する食品の小カテゴリはヨーグルト、ユーザ A の現在位置はライオンズマンション豊洲、現在時刻は 2022-01-14

14:50:00 である。最もユーザに適した値引き食品情報を算出するプロセスは以下になる。

- ① ユーザの購買履歴を用いて該当カテゴリの購入周期計算を行い、レコメンド日を算出する。
- ② ①で計算したレコメンド日と販売日が一致する該当カテゴリの値引き食品情報を抽出し、新規テーブルを作成しデータを格納する。
- ③ レコメンド日当日、ユーザの現在位置・時刻情報を取得し、空間的距離と時間的距離の近い値引き食品情報をおすすめの値引き食品としてユーザに通知する。本実験では、空間的距離はユーザが好きな半径の距離を設定できるようにし、設定された距離の範囲内にある店舗で売られる該当値引き食品の中で最も時間的距離の短い食品を通知すべき食品とする。

ユーザが設定する空間的距離を現在位置から半径 1km 以内とし、上記のステップに基づいて計算した結果を以下に示す(図 10)。総合計算結果としては、ユーザ A の現在位置から 4 番目に近い「スーパーサカミ グランパ豊洲店」の、現在時刻以降に利用可能な「ビビダスヨーグルト」に関する値引きクーポンが抽出される結果となった。

itemname	shopname	subsubcategory	saledate	dist
ビビダスアロエヨーグルト 75g×4	スーパーサカミ グランパ豊洲店	ヨーグルト	2022-01-14 16:00:00	971.00517529

図 10 実験 2-4 計算結果

5.2.5 実験 2 の考察

本実験では、実験 1 で計算・検証した購入周期に加え、ユーザの現在位置・時刻情報を利用し、空間的距離と時間的距離を考慮した値引き食品の推薦について検証を行った。まず実験 2-1、実験 2-2、実験 2-3 で購入周期、空間的距離、時間的距離それぞれに基づいた適切な値引き食品情報を算出し、実験 2-4 においてそれら 3 つを全て考慮した値引き食品の推薦を行った。結果として、あらかじめ設定した仮想ユーザ A の現在位置・時刻情報と食品カテゴリ(表 20)、食品購買データ(図 4)に基づき、現在位置からの指定の半径の

距離 1km の範囲内の値引き食品情報を適切に抽出することができた。この実験 2-4 により、本稿にて提示した購買履歴に基づく位置情報付きの値引き食品レコメンドシステムの実現可能性を示した。

6. 結論と今後の展開

本稿では、食品小売業における値引き食品の販売とユーザの値引き食品に対する購買意欲を促進することを目的として、各ユーザの購買履歴と位置情報を用いて値引き食品をレコメンドするシステムを実現する方法について述べた。

実験 1 では、5.1.4 実験 1 の考察より、本稿で述べた購入周期計算と値引き食品の推薦日の設定方法に以下の 3 つの改善点があることがわかった。

- (1) 買い置きされた場合の対策として、購入商品の重量や同カテゴリの商品の同時購入を考慮する必要がある。
- (2) 定期的には買われない傾向のある商品を判定する必要性がある。定期的には買われる商品についても、購入間隔のばらつきを考慮する必要性がある。
- (3) 前後 1 日違いまたは前後 2 日違いでの推薦の有効性を検証する。

実験 2 では、位置情報と時間的情報による距離計算の実装とその実験をおこない、総合的な計算・推薦結果を示すことができた。今回おこなった実験ではユーザにおすすめの値引き食品としてプッシュ通知する情報を一件抽出したが、今後の課題として、当システムを利用するユーザに対して、プッシュ通知と地図アプリ上の表示以外にどのようなレコメンドのアプローチが適切かを検討したい。

今後は本システムをアプリケーションとして実装し、食品小売業各社が提供する電子決済アプリやクーポンアプリと連動させることにより、消費期限が近づいた食品の値引きに取り組む食品小売業において本システムが活用され、店頭販売される食品のロスを防ぐことに貢献することを目指す。

参 考 文 献

- [1] 消費者庁,「食品ロス量(令和 2 年度推計値)の公表」について <https://www.caa.go.jp/notice/entry/028995/>
- [2] HIS,食品ロス解決アプリ『No Food Loss』をリリース, <https://www.his.co.jp/news/6074.html>
- [3] 岡山大学,デパート・スーパー食品売場のライブ中継による食品ロス削減の取り組み「のこり福キャンペーン」を実施! https://www.okayama-u.ac.jp/t/release/release_id1012.html
- [4] NEDO 「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業／商品情報データベース構築のための研究開発」 https://www.nedo.go.jp/koubo/CD3_100302.html

- [5] 一般社団法人全国スーパーマーケット協会,2021年 スーパーマーケット年次統計調査 報告書, <http://www.super.or.jp/wp-content/uploads/2021/10/2021nenji-tokei1.pdf>
- [6] 田端 佑介・堤田 恭太・生田目 崇, 協調フィルタリングと商品の購買間隔を考慮した 補正手法による商品推薦システムの提案 https://orsj.org/wp-content/corsj/or61-2/or61_2_97.pdf
- [7] 柏木 裕希、佐々木 史織、清木 康、多次元空間計量によるユーザ・コンテキスト対応イベント情報抽出・配信システムの構成、DEIM forum 2014, F4-6. <https://db-event.jp/deim2014/final/proceedings/F4-6.pdf>
- [8] 総務省,統計基準等|日本標準商品分類 https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/index/seido/syohuin
- [9] PostgreSQL 15.1 <https://www.postgresql.org/>
- [10] Google Maps Platform <https://developers.google.com/maps>