

調理動作に対する心理的負荷を用いた レシピ推薦システムとその評価

工学院大学 高橋 楊生 北山 大輔

背景・目的

- レシピ共有サービスの普及
 - 多様な料理に自宅から簡単にアクセス可能に
 - 膨大なレシピの中から自分に合ったものを選ぶのが難しい
 - 特に「レシピごとの手間」が分かりにくい
- 調理動作・材料量・時間を考慮し、作りやすさを評価する

| 材料 | |
|------------|--------|
| 合いびき肉 | :250g |
| 玉ねぎ | :1個 |
| パン粉, ケチャップ | :大さじ3 |
| 水, 牛乳 | :200ml |
| 卵 | :1個 |
| サラダ油, ソース | :小さじ2 |

| 作り方 | |
|--|--|
| 1. 玉ねぎをみじん切りにし, 油で炒める | |
| 2. ひき肉・卵・パン粉・牛乳・玉ねぎをボウルの中で混ぜ, 形を整える | |
| 3. フライパンで両面を5分ずつ焼いていく | |
| 4. 焼いた物・水・ケチャップ・ソースを弱火で20分煮込み, ソースを絡める | |

- 経験が少ない調理は大変
- 材料が多いと面倒くさい
- 調理時間が長いと疲れる

図1:一般的なレシピの表記例

レシピデータの処理

- 動作と材料量の対応を明確にしたい
- レシピデータ [1] に対し, LLM (gemma 3:27B) で以下の処理を行う
 - 各レシピの工程文を動作単位に分割
 - 材料リストを参照して, 曖昧な材料表現を材料リストから補完

表1:レシピ工程文と動作単位分割例1

| 元の工程文 | 分割・補完後の動作単位 |
|-------------------|-------------|
| 長芋は皮を剥いて, 短冊切りにする | 長芋を皮を剥く |
| オクラは2分茹でて, 輪切りにする | 長芋を短冊切りにする |
| | オクラを2分茹でる |
| | オクラを輪切りにする |

表2:レシピ工程文と動作単位分割例2

| 元の工程文 | 分割・補完後の動作単位 |
|----------------------------|-------------------------------|
| ボウルの中に野菜と全ての調味料を入れてからよく混ぜる | オクラ, 長芋, マヨネーズ, ポン酢, レモン汁を入れる |
| | オクラ, 長芋, マヨネーズ, ポン酢, レモン汁を混ぜる |

提案手法

- 調理動作の抽出方法
 - MeCabを用いて文を単語単位に分割し, 動詞の基本形を取得
 - 土居 [2] の料理動作オントロジーを参照し, 調理動作を定義
 - 名詞形動作や同じ意味の動作も独自に定義
 - これにより, レシピ文から調理動作を抽出・カウントできる

- 動作の重みづけ
 - 調理動作は個人の経験により負担が異なる
 - 全体傾向とユーザの動作頻度を比較し, 調理動作の「慣れ」を評価する

$$w(v) = \text{sign}\{P_{ALL}(V) - P_{User}(V)\} \times \frac{\{P_{ALL}(V) - P_{User}(V)\}^2}{P_{ALL}(V)}, \quad w(v) = 1 - \frac{1}{1 - e^{-w(v)}}$$

- $P_{ALL}(v)$: レシピ集合全体における動作 (v) の出現割合
- $P_{User}(v)$: ユーザの調理履歴における動作 (v) の出現割合
- 各動作の重みをシグモイド関数で正規化: 0に近いほど, 慣れている調理動作

- 材料量と作業時間の重みづけ
 - 同じ動作でも, 量と時間が増すほど「心理的負荷」が増す
 - 材料量Aは「g」に, 作業時間Tは「秒」に統一して数値化
 - 材料量は材料リストから取得する

$$f(A) = \max(1, 1 + \log_{10} A), \quad f(T) = \max(1, 1 + \log_{10} T)$$

- レシピごとの調理負荷スコアの算出
 - 3要素からレシピごとの心理的負荷スコア (L_{recipe}) を算出する
 - スコアが小さい: ユーザにとって作りやすいレシピ
 - 具体的なレシピ例を表3に示す

$$L_{recipe} = \sum_{s \in \text{全工程}} L_s, \quad L_s = w(v) \times f(A) \times f(T)$$

表3:特定レシピのスコア例

| S | 工程 | 調理動作 | L_s | $w(v)$ | $f(A)$ | $f(T)$ |
|----|--------------------|------|-------|--------|--------|--------|
| 1 | 椎茸を薄切りにする | 薄切り | 1.24 | 0.50 | 2.48 | 1.00 |
| 2 | 鶏もも肉を一口大にカット | 切る | 1.75 | 0.49 | 3.54 | 1.00 |
| 3 | 鶏もも肉に酒をふる | 振る | 1.50 | 0.42 | 3.58 | 1.00 |
| 4 | 里芋を一口大に切る | 切る | 2.10 | 0.49 | 4.26 | 1.00 |
| 5 | 里芋を熱湯で茹でる | 茹でる | 2.13 | 0.50 | 4.26 | 1.00 |
| 6 | 里芋を湯切りにする | 湯切り | 2.13 | 0.50 | 4.26 | 1.00 |
| 7 | 里芋にキッチンペーパーを落とし蓋する | とじる | 1.83 | 0.43 | 4.26 | 1.00 |
| 8 | 里芋を弱火で20~30分煮る | 煮る | 8.88 | 0.50 | 4.26 | 4.18 |
| 9 | 里芋を冷ます | さます | 2.13 | 0.50 | 4.26 | 1.00 |
| 10 | 水, 粉末和風だしを沸かす | 沸かす | 0.83 | 0.50 | 1.65 | 1.00 |
| 11 | 醤油, 砂糖, 酒, みりんを沸かす | 沸かす | 1.59 | 0.49 | 3.20 | 1.00 |
| 12 | 里芋, 鶏もも肉, 椎茸を煮る | 煮る | 2.17 | 0.50 | 4.34 | 1.00 |

名詞形動作, 同義の動作も抽出された

全12工程の L_s を足すと L_{recipe} になる

~表記は平均時間をTとする

動作間の慣れ差は少なそう

扱う材料が複数の場合合算する

検証方法・結果

- 大規模言語モデルにより, 肉料理5,000件のデータ[1]を処理
- 3つの補正係数を適用し, 各々の L_{recipe} を算出
 - 負荷スコアの異なる8件を抽出し, 作りやすい順に並べる
 - クラウドソーシングで被験者5名が8件を「作りやすい順」に並べた
 - 被験者に与える指示文は, 表4の通りである

表4:被験者に与える指示文

- ユーザ調理傾向の確認:
 - 調理履歴の概要 (URL 先) 14 件分を読みなさい
 - 調理履歴を調理した人になりきってタスクを実施しなさい
 - 各概要には, レシピ名・使用材料名とその量・手順がある
- 肉料理レシピの評価:
 - 8 件の肉料理レシピの概要 (URL 先) を確認しなさい
 - 調理履歴を踏まえ, 作り易いと感じそうな順に並べなさい
- 理由の記入:
 - 並べた順位に対して, 理由を具体的に記載しなさい

- 被験者評価を逆数ポイント方式で集計し, 正解順位を作成
 - 各手法とこの正解順位を「NDCG@8」で比較
 - 一致度の結果は表5に, 順位付けに関する主な感想は表6に示す

表5:各補正要素による正解順位との一致度

| 各手法 | NDCG@8 |
|-------------------|--------|
| 手順数のみ | 0.7498 |
| 動作重みのみ | 0.6982 |
| 材料量重みのみ | 0.6982 |
| 調理時間重みのみ | 0.7548 |
| 動作重みと材料量補正 | 0.6982 |
| 動作重みと調理時間補正 | 0.7826 |
| 材料量補正と調理時間補正 | 0.7826 |
| 動作重みと材料量補正と調理時間補正 | 0.7826 |

表6:被験者5人の主な感想

- 被験者1:
- 手を動かさない工程は容易
 - 特殊器具の使用は難しい
- 被験者2:
- 長時間でも放置できる工程は容易
- 被験者3:
- 火加減や長時間加熱は大変
 - 下処理や切り方指定だと難しい
 - 再加熱や火加減の調整はしんどい
- 被験者4:
- 工程が少ないと簡単とか感じる
 - 特殊調味料が必要になると難しい
- 被験者5:
- 放置可能な作業は長時間でも楽
 - 身近な材料で作れる場合も容易

提案手法は比較的高めの一致度を示す

- 調理時間を考慮した手法は, 高い一致度を示している
 - 時間補正が主要因で, 非連続なら長時間でも負担は小さい
- 動作と材料量の組み合わせを考慮した手法は一致度が低い
 - 長時間の継続による負担を捉えきれていない
 - 動作の重みが0.5付近に偏る影響が出ている
- 被験者は複数要素を考えて, レシピの心理的負荷を考えている
 - 器具の準備や使い方の複雑さ, 火加減の調整など

まとめ

- 複数要素を考慮したことで, 提案手法が高い一致度になった
- 3要素では細かな負担を捉えきれないことが示唆された
- 指摘要素を反映すれば精度向上が期待できる
- 検証件数を増やし, 各要素の有意差を明確にする必要がある

[1]本研究では, 国立情報学研究所のIDRデータセット提供サービスにより楽天グループ株式会社から提供を受けた「楽天 データセット」(<http://doi.org/10.32130/idr.2.4>)を利用した

[2]土居 洋子, 辻田 美穂, 難波 英嗣, 竹澤 寿幸, 角谷 和俊, 料理レシピと特許データベースからの料理オントロジーの構築, 電子情報通信2014