

おしゃべりけんこうノート：管理栄養士・インストラクターの アドバイスに基づく健康アドバイスシステム

岡 照晃[†] 粟村 誉[†] 荒牧 英治[‡] 河原 大輔[†] 黒橋 禎夫[†]

[†] 京都大学 大学院情報学研究科

[‡] 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

oka-teruaki{at}i.kyoto-u.ac.jp, awa{at}nlp.ist.i.kyoto-u.ac.jp,
aramaki{at}is.naist.jp, {dk, kuro}{at}i.kyoto-u.ac.jp

1 はじめに

日本を含む先進諸国が抱える問題に高齢化がある。厚生労働省の調査によると、日本の総人口に占める高齢者の割合は現在 26% であり、国民の 4 人に 1 人が高齢者である [2]。この割合は 2025 年に 30%、2060 年には 40% まで増加すると推計されており、健康不安を抱える高齢者の増加に対し、深刻な医療者・医療リソースの不足が危惧される。そのためこれからの時代において、個人の健康は個人で管理していく姿勢が重要になる。しかしそれには健康への正しい知識だけでなく、モチベーション維持も必要であり、素人が一人でやっていくことは難しい。

個人の健康管理をサポートするため、各種スポーツクラブが専門のインストラクターによる健康指導サービスを提供している^{1 2 3}。これらのサービスでは、インストラクターとの face-to-face のやり取りを通して適切な健康指導・モチベーション維持を得ることができる。しかし高額な利用料や、サービスを受けられる時間・場所が限られるといった問題がある。

安価かつ、時間や場所によらない手段として、健康管理サポート用のアプリケーションがある。例えば、ユーザが日々の記録 (e.g., 食事内容, 運動量, 体重など) を人手で入力すると、それをグラフやチャートとして表示するアプリケーションがある⁴。体組成計や活動量計・ウェアラブルセンサと連動して入力を簡易化したタイプ⁵や、最適な食事・運動のメニューを提示するタイプのアプリケーション⁶もある。

グラフ化やメニュー提示を超えた健康管理のサポートとして、自然言語によるアドバイスの提供が考えられる。健康管理に対するアドバイス提供は、ユーザへ

のインセンティブの提供にもつながら、文献 [4] など、その有効性が多数報告されている。アプリケーションがアドバイスを提供する方法は大きく 2 つに分けられる。1 つは人手で応答を作成するタイプ⁷、もう 1 つが人手を介さずシステムがアドバイスを自動生成するタイプ⁸である。前者は応答を人間が作成するため即時性はない。対して自動生成の場合、アドバイスをいつでも即座に返信することができる。その反面、ユーザに合わせた適切なアドバイスの提供は難しい。適切なアドバイスを自動生成しようとした場合、システムがユーザの行動を詳細に把握する必要があり、入力側の操作が煩雑化する⁹。これはモチベーション維持において大きな障害となる。

そこで本研究では、出力だけでなく、入力も自然言語で行う健康アドバイス自動生成システムの開発を目指す。本システムでは、その日行なった食事や運動についての日記 (以下, ライフログ) を入力すると (図 1 上), それに対して健康管理をサポートするアドバイステキスト (以下, 単にアドバイス) を自動生成する (図 1 下)。入力を自然言語とすることで操作の煩雑化を避けつつ、言葉同士のやり取りにより、本物の人間と対話する感覚で利用できるため、モチベーションの維持も期待できる。入力を自然言語とした健康管理アプリケーション¹⁰や、対話形式でメンタルヘルスクアを行うシステム [3][7] はこれまでも存在したが、健康管理サポートにおいて、入出力の両方を自然言語とし、かつ応答を自動生成するものは我々の知る限りない。また本研究の特徴として、実際に人間の専門家 (管理栄養士, 運動インストラクター) が書いたアドバイスを基にアドバイス自動生成を行なっていることが挙げられる。本論文では特に、管理栄養士のアドバイスに基づいた食事アドバイスの自動生成について述べる。システムの全体像を図 2 に示す。

¹RIZAP : <http://www.rizap.jp/>

²コナミススポーツクラブ : <http://www.konamisportsclub.jp/>

³COSPA : <http://www.ogsports.co.jp/>

⁴ライフパレット 食ノート : <http://lifepalette.jp/contents/show/292>

⁵HealthPlanet : <https://www.healthplanet.jp/>

⁶カロリーサイズ : <http://www.konamisportsclub.jp/appli/caloriecise/index.html>

⁷CARADA : <https://www.carada.jp/>

⁸あすけん : <http://www.asken.jp/>

⁹例えば、あすけんでは、食事内容を正確に把握するため、入力はアプリケーションが提供する食品リストから、ユーザがその日に食べたもの・時間・量を 1 つずつ選択していく方式を採用している。

¹⁰Calio : <https://caliobyid.com/>

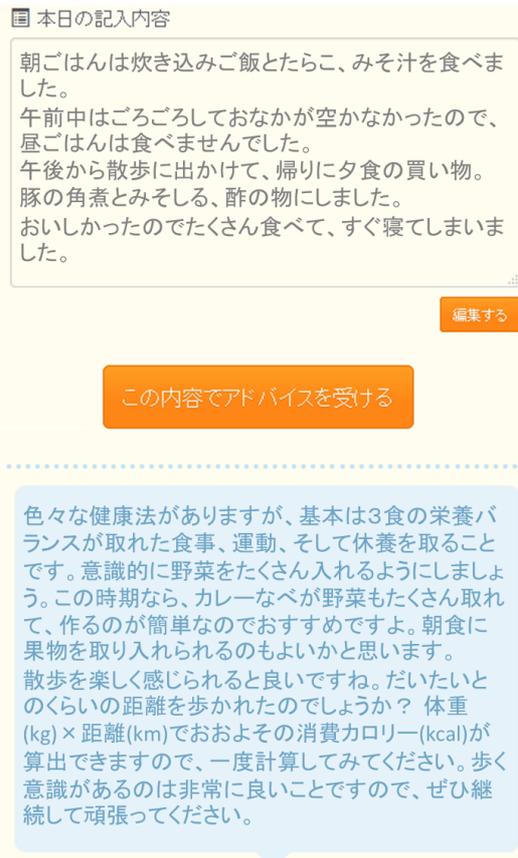


図 1: 開発中の健康アドバイスシステム画面。画面上部のテキストボックスにライフログを入力後、中央の「この内容でアドバイスを受ける」ボタンを押下すると、画面下部のテキストボックスに健康アドバイスが表示される。

2 LA コーパスに基づくアドバイス自動生成システム

人間の専門家が行うようなアドバイスを自動生成するため、まず実際の管理栄養士のアドバイスを収集した。収集にあたり、男女各 10 名にそれぞれ 20 日間、毎日ライフログを執筆してもらい、合計 400 記事を集めた。この各記事に対し、管理栄養士 2 名が食事のアドバイスを執筆した。これによりライフログ 400 記事の各記事にそれぞれ 2 記事、計 800 記事の食事アドバイスを取得した。このライフログとアドバイスの集合に、次章より述べるいくつかのアノテーションを施したものを以下ではライフログ-アドバイスコーパス (LA コーパス) と呼ぶ。LA コーパスの各アノテーションに基づいて、システムを構成する 3 つの主要モジュール: 情報抽出モジュール、コンセプト化モジュール、アドバイス生成モジュールを開発した。次章からはこの 3 つのモジュールについて、活用する LA コーパスのアノテーションと共に解説を行なっていく。

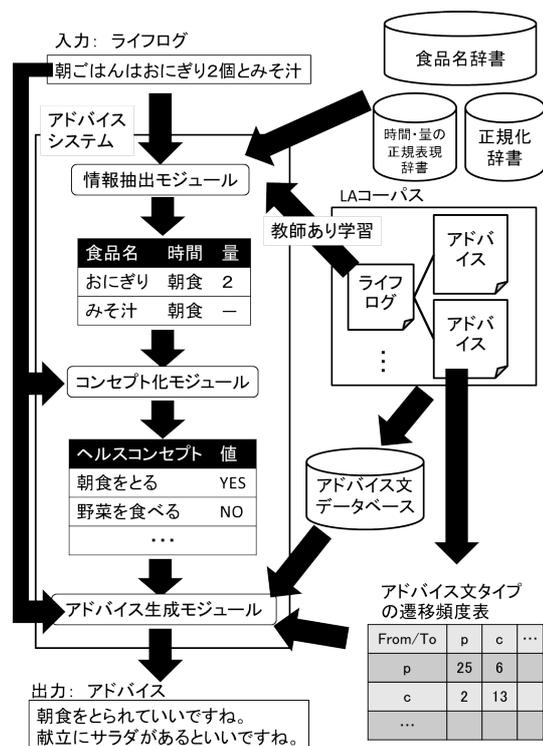


図 2: アドバイスシステムの概観。

3 情報抽出モジュール

ユーザがライフログを入力した際、システムはまず、入力されたテキストから、〈ユーザの食べた食品の名前、食べた時間、食べた量〉の 3 つ組情報を抽出する。この情報抽出モジュールは次の 3 つ機能からなる。

1 つ目の機能は、入力されたテキストからの食品名、時間、量を表す文字列の特定 (固有表現抽出) である。これには、食品名辞書に登録されている食品名、正規表現との文字列マッチングと、BIO タギングによる単語単位の系列ラベリングを併用している。系列ラベリングには線形 CRF[5] を採用し、教師あり学習を行うために、LA コーパスのライフログへ食品名 (f タグ)、時間 (t タグ)、量 (q タグ) のタグ付け作業を行なった。また固有表現抽出には、形態素解析、係り受け解析、および日本語拡張モダリティ解析器 Zunda を用いたイベントの真偽判定 [6] の結果を用いている。

2 つ目の機能は、抽出した時間、量の正規化である。本システムでは、食事を「朝食」「昼食」「夕食」「間食」「夜食」の 5 つの時間帯に分けて取り扱うが、同じ「朝食」の時間を表す文字列でも、「朝ごはん」「あさ」「AM 7 時」「午前 6 時」など多様な表現が存在する。また「多」という程度を表す文字列にも「いっぱい」「たくさん」「大盛り」などがある。これらをそれぞれ「朝食」「多」という正規形に変換する処理を固有表現抽出の後段の処理として行う。各文字列の正規形は正規化用の辞書を作成することで対応したが、「7 時」のように (この場合、午前・午後が) 曖昧な一部の表現に関しては、周辺文脈を参照して正規化 (朝食

```

<lifelog_advice>
(lifelog)
<s id="1"> こんにちは </s>
<s id="2"> 10日目 </s>
<s id="3"> 食事 </s>
<s id="4">(t) 朝食兼昼食 </t></s>
<s id="5"> 1 (fi) ミートソースパスタ </fi></s>
<s id="6"> 2 (fi) サンドイッチ (卵入り) </fi></s>
<s id="7">(t) 夜ご飯 </t></s>
<s id="8"> 1 (fi) 湯豆腐 </fi></s>
<s id="9"> 2 (fi) ささかま </fi><q> 一枚 </q></s>
<s id="10">(t) おやつ </t> は、<q> なし </q>。 </s>
<health_concept name="朝食をとる" value="NO"
link="4" />
<health_concept name="3食とる" value="NO"
link="4" />
<health_concept name="夕食を控える" value="YES"
link="7,8,9" />
<health_concept name="食事献立がよい" value="YES"
link="4,5,6,7,8,9" />
</lifelog>
<advice>
<s id="1" link="4" type="c" health_concept="
朝食をとる_NO">
朝食と昼食が兼用になってしまっているようですね。
</s>
<s id="2" link="4,5,6,7,8,9" type="fcp"
health_concept="食事献立がよい_YES, 3食とる_NO">
献立の品数がそろっているようですので、三食にわけて摂ら
れるとよいと思います。
</s>
<s id="3" link="7,8,9" type="p" health_concept="夕食
を控える_YES">
夜を控えめにされるのはよいですよ。
</s>
</advice>
</lifelog_advice>

```

図 3: LA コーパスへのアノテーション。LA コーパスより、ライフログ 1 記事とそれに対応するアドバイス 1 記事を抜粋した。

or 夕食の判定)を行なっている。

3つ目の機能は、食品名、時間、量の関連付け(3つ組作成)である。ここでは食品名に対し、その近傍にある時間・量と結び付けるルールで3つ組を作成している。

4 コンセプト化モジュール

コンセプト化モジュールでは、情報抽出モジュールが出力した3つ組の集合を中間表現であるヘルスコンセプトへと変換する。ヘルスコンセプトの詳細については文献 [1] を参照してほしい。

ヘルスコンセプトへの変換には人手で作成した変換ルールを使用する。例えば、3つ組集合の中に正規化後の量が「なし」¹¹でない「時間=朝食」の食品名が存在すれば、【朝食をとる: YES】というヘルスコンセプトへ抽象化される。反対に、「時間=朝食」を持つ3つ組があっても、「今朝は朝食は抜き」のように、量「なし」しかない場合には【朝食をとる: NO】と抽象化

¹¹「今日は朝食は抜き」の「抜き」など。

される。ルールは3つ組集合からの変換を主としているが、入力ライフログを併せて参照する場合もある。

5 アドバイス生成モジュール

アドバイス生成モジュールでは、コンセプト化モジュールが出力したヘルスコンセプトの集合から、システムの出力となるアドバイスを生成する。本システムでは、LA コーパス中のアドバイス文をアドバイスデータベースとして格納し、その中からアドバイス文を検索、列挙、選択、整列することで、アドバイスの自動生成を実現した。検索のクエリには、前章で述べたヘルスコンセプトを用いる。LA コーパス中のアドバイス文には、ヘルスコンセプトがアノテーションされており、例えば【野菜を食べる: NO】¹²というヘルスコンセプトをクエリとした場合には、以下のようなアドバイス文がアドバイスデータベースから列挙される。

- できるだけ野菜も摂るように心がけてくださいね。
- 毎食、野菜を使った料理が一品は並ぶといいですね。
- 毎食一品は、野菜を使った料理を取り入れるようにしましょう。
- 三食の献立にぜひ野菜をたっぷりとり入れてくださいね。
- ...

このように、【野菜を食べる: NO】1つとっても、このヘルスコンセプトが付与されたアドバイス文はデータベース中に大量に存在する。そのため何らかの方法で列挙された候補の絞り込み(選択)を行う必要がある。またアドバイス文を無秩序に羅列するだけでは、アドバイス全体を通して不自然なテキストが生成される恐れがある。

そこでまず、LA コーパス中のアドバイス文に、文のタイプ(type 属性)を付与した。この属性は当該アドバイス文がそのアドバイス記事の中でどういった役割を持っているか表したもので、値には、褒める(praise)、注意する(caution)、情報提示やあいづちなど(neutral)、将来への提案(future)の4つと、それらの複合(e.g., pf, cf, ...)がある。このタイプ値間の遷移頻度をカウントし、タイプ値を各状態とするマルコフ連鎖を作成した¹³。データベースから列挙した候補の中からアドバイス文を選択する際、このマルコフ連鎖に従ってタイプ値間を遷移し、各タイプ値を持つアドバイス文を選んで出力することでアドバイス文の選択・整列とした¹⁴。ただしアドバイス文のタイプ

¹²「ユーザは野菜を食べていない」という状況を抽象化したヘルスコンセプト。

¹³遷移頻度カウントの際、アドバイス記事の先頭と末尾を表す特殊な属性値(START, END)を上記の属性値に加えている。

¹⁴状態間を確率で遷移するため、終了状態(END タグ)に到達するまでに多量の文を出力してしまうこともあり得る。そこで出力するアドバイス文は最大で4文とし、それを越えた場合は終了状態でなくとも、遷移を打ち切ることにした。

を使用しても、各状態から出力するアドバイス文を一意に絞りきることはできない。そこで各アドバイス文が LA コーパスの中で元々どのようなライフログ記事に付与されていたかを参照し、それと現在入力されているユーザのライフログとの類似度を計算する (Bag-of-words のコサイン類似度を使用)。マルコフ連鎖中の各状態から出力するアドバイス文をこの類似度が最も高いものとする (出力後、選んだ文は候補から除外)、候補の一意絞り込みを実現した。類似度を用いたアドバイス選択について詳しくは文献 [1] を参照してほしい。またこの方法だけでは同じような内容の文を重複して出力する恐れもあるため、その時点までに出力した各アドバイス文と現在出力しようとしている文との類似度を計算し、高くとも値がしきい値以下に収まる文を出力していくこととした。

6 自動生成されたアドバイスの評価

評価として、スポーツクラブ COSPA のインストラクターに自動生成したアドバイスの人手採点を依頼した。評価には、新たに収集したライフログ 10 記事を使用し、各記事に 1 つずつアドバイスを自動生成した。評価の際、インストラクターはこのライフログとアドバイスを合わせて見ることができる。評価者には「情報の正確さ」と「情報の十分さ」の 2 項目について、それぞれ 5 段階のスコア付けを依頼した。情報の正確さの場合、5 点が「正確な情報を与えている」、反対の 1 点が「誤った情報を与えている」となる。情報の十分さの場合、5 点が「十分な情報を与えている」、反対の 1 点が「十分な情報が与えられていない」である。

評価結果を平均すると、情報の正確さ、情報の十分さ、両方ともに 3.0 点であった。このことから、まだ改善の余地はあるものの、自動生成したアドバイスが明らかに誤った情報を与えていたり、提供する情報に大きな不足があるわけではないことが分かった。

分析を詳しく行うため、5 段階のスコア付けとは別に、インストラクターには生成したアドバイスへのコメント・校正も依頼していた。その結果、アドバイスの内容よりも接続表現の挿入削除や、言葉遣いへの修正を多く受けた。例えば、「一度お試しください」というように、こちらから提案を押しつけるような表現から提案内容の自発を促すような表現に書き直されていた。これに対するシステムの改善方法として、アドバイス文をデータベースに格納する際、今回受けた修正を参考に、文中の表現をあらかじめ書き換えておくことが考えられる。

また一方で「食事に関するアドバイス文が食事の時系列順に並んでいない」といった文の並び順に対する指摘も受けた。現在のシステムでは、アドバイス文の整理はアドバイス文のタイプのみで行なっているため、時系列というものは考慮していない。対応として、3

つ組集合をヘルスコンセプトへ変換する際、各ヘルスコンセプトが入力ライフログのどの位置から生成されたかを保持しておき、アドバイス文を並べる時に、当該アドバイス文の検索に使ったヘルスコンセプトから位置情報を参照して整列に利用するという方法が考えられる。

7 おわりに

本論文では、ユーザが入力したライフログに対し、健康管理をサポートするアドバイスを自動生成するシステムについて述べた。実際の管理栄養士が書いたアドバイスを LA コーパスとして整備し、データベースとして利用しつつ、そのアノテーションに基づいてシステムを構成するモジュールの開発を行なっている。評価では、自動生成したアドバイスをフィットネスクラブのインストラクターに確認してもらった結果、改善の余地はあるものの、概ね良好な評価を得ることができた。今後の課題の 1 つとして、アドバイス生成モジュールのアドバイス文整列の改善がある。現在は文のタイプのみで整列を行なっているが、今後は入力ライフログ中での時系列などを考慮していきたい。

謝辞

本研究は、革新的イノベーション創出プログラム (COI STREAM) 「活力ある生涯のための Last5X イノベーション」の支援を受けた。

運動アドバイスの提供および、アドバイスの評価では、フィットネスクラブ COSPA の協力を受けた。

参考文献

- [1] 粟村 誉, 岡 照晃, 荒牧 英治, 河原 大輔, 黒橋 禎夫, ユーザのライフログに対する健康アドバイスの自動生成. 2016. 言語処理学会第 22 回年次大会発表論文集 (NLP2016).
- [2] 厚生労働省, 2016. 第 1 部 第 2 章 健康をめぐる状況と意識. 厚生労働白書 平成 26 年版: 健康長寿社会の実現に向けて～健康・予防元年～, 43–131. <http://www.mhlw.go.jp/wp/hakusyo/kousei/14/dl/1-02-1.pdf> (参照 2015-8-28).
- [3] 高木 優, 増田 優, 皆川 正浩, 大内 啓樹, 秋間 大輔, 近藤 雅芳, 松本 裕治. 2014. ユーザの精神疾患度合いを自動的に診断する対話システムの構築. 言語処理学会第 20 回年次大会発表論文集 (NLP2014), 228–231.
- [4] Hee-Seung Kim, and Hye-Sun Jeong, 2007. A nurse short message service by cellular phone in type-2 diabetic patients for six months. In *Journal of Clinical Nursing*, 16(6): 1082–1087.
- [5] John Lafferty, Andrew McCallum, and Fernando C.N. Pereira, 2001. Conditional random fields: Probabilistic models for segmenting and labeling sequence data. In *Proceedings of the 18th International Conference on Machine Learning (ICML 2001)*, 282–289.
- [6] Kazuya Narita, Junta Mizuno, and Kentaro Inui, 2013. A Lexicon-based Investigation of Research Issues in Japanese Factuality Analysis. In *Proceedings of the 6th International Joint Conference on Natural Language Processing (IJCNLP 2013)*, 587–595.
- [7] Fabrizio Morbini, Eric Forbell, David DeVault, Kenji Sagae, David Traum, and Albert Rizzo, 2012. A Mixed-Initiative Conversational Dialogue System for Healthcare. In *Proceedings of the 13th annual SIGdial Meeting on Discourse and Dialogue (SIGDIAL 2012)*, 137–139.