

農作業記録における音声入力の有用性評価

Usability assessment of speech input for record of agricultural work

住澤卓也

Takuya Sumisawa

法政大学大学院情報科学研究科情報科学専攻

E-mail: 10t0015@stu.hosei.ac.jp

Abstract

Recently, approach for safety of food is subjected. And traceability is more important. In Japan Agricultural Cooperatives(JA), traceability for agriculture workers has two method of submission. Those are filling in OCR sheet and entry by PC. But, information can be filled is different in these submissions. So this reason gives different cognizance between OCR sheet's user and PC's user. Therefore in this study, system of record of agricultural work by speech input is proposed as more easy recording method than existing methods. While the user is doing agricultural work, the utterance procedure that is configured by this study is recorded. The words that are needed to construct diary are extracted from recorded sound data. And extracted words are saved as XML file. Diary is displayed by HTML. In many previous studies, evaluation is only elemental technology. Convenience for user is not evaluated. Therefore, this study evaluates not only recognition evaluation of speech but subjective assessment by questionnaire. Usability is confirmed by these evaluations. As a result, word correct of college was 89%. Word correct of agriculture worker was 79%. In questionnaire of four-choice format, median values were positive without one question. From these result, usability of speech input is evaluated.

1 まえがき

近年、食の安全に関する動きは盛んで、生産者や生産履歴の情報開示された食品が多く販売されている [1]。そのため、生産履歴の管理がより重要になっている。農業従事者は農作物を出荷する際、栽培開始日や収穫日、使用した農薬名・散布量等の生産履歴を JA に提出しなければならない。これらの情報は OCR シートに記入するか PC に入力して提出する。しかし、高齢の農業従事者の多くは、キーボードの利用が苦手などの理由から PC に対して嫌悪感を抱いている。したがって、大半が OCR シートによる提出である。しかし、OCR シートによる提出には次のような問題点がある。1 つ目は、作物名や農薬名を数字コードで記入するため入力誤りがあっても誤りに気付く難いという点である。2 つ目は、出荷に無関係な作業内容（敷き藁のような一般作業、土壌管理など）の記録が出来ない点である。各提出方法を利用している農業従事者にインタビューした際、この点により、生産履歴システムに対する認識の違いが生

じていると感じた。

また現在、履歴管理のために作業日誌を作成するソフトも多く存在する。画面がカレンダーになっており、各日付に作物のアイコンを当てはめる形式や、格子状の各セルに必要な情報を書き込む形式がある。しかし、こちらも高齢者の方や PC 操作が苦手な人にとっては扱い難い。また、今回対象とする農業は都市農業である。都市農業は狭い農地面積の中で多品種少量の作物を栽培する。そのため、使用する農薬の種類が多く、管理が面倒である。

そこで、本研究ではより簡単に記録でき、これらの問題点を解決できる方法として、音声入力を用いることを提案する。音声における有用性の評価では、操作にかかる時間や既存方法の操作性の比較、被験者による主観評価が行われている。本研究では、農作業中に発話した音声データを収録し、認識性能や被験者のアンケート調査から音声入力の有用性を評価する。また、農作業日誌システムへ音声入力を組み込む際の考察を行う。音声データの収録には農作業に携わる学生と農業従事者に協力を得た。音声データを収録するには、記録内容や発話手順などを設定しなければならないため、農作業日誌システムを想定した。

想定するシステムを以下に述べる。携帯端末を用い、圃場で音声を録音する。その後、自宅や事務所に帰宅したあと、音声データから日誌の作成に必要な単語を抽出する。ひとつの作業内容の開始から終了までをひとつの区間とし、認識された単語を XML ファイルとして保存する。そして、各要素を作業日誌の記入欄に関連付けさせることで、データ作成の支援を行う。作業日誌の表示には HTML を用いる。また、その区間に録音された音声も一緒に保存する。

2 業務内容の履歴・記録に関する研究

2.1 先行研究

業務内容の履歴・記録に関する研究はいくつか行われている。農業における生産履歴、作業記録などのデータを収集・管理する研究を以下に説明する。

音声認識を用いた研究では、携帯端末を用い、圃場で作業内容を記録・閲覧するシステムが提案されている。[2][3]。文献 [3] では、圃場現場で録音した音声から作業内容の記録を行う。作業を行う際、IC レコーダーを用いて音声を記録する。記録する項目には日付、作業時間、圃場名、作業者、作業内容がある。入力方法は作業者名、作業項目、終了、メモの各単語を発話する。また、音声データから各単語の音声パターンを作成し比較することで、認識率を向上させる処理も行っている。

GPS を用いた研究では、作業を行った時間と場所を自動的に

に記録するシステムの提案がある。作業機械に GPS を接続した PDA を搭載し、農作業を行うことで作業内容を記録する。携帯電話を用いた圃場情報蓄積システムとの連携も進めている [4]。

カメラを用いた研究では、ネットワークカメラから圃場の画像データを自動記録するアプリケーションプログラムの開発がある。カメラ、センサー、通信装置を一体化したフィールドサーバと呼ばれる計測機器システムを用い、温度や湿度などの環境データとカメラで撮影された画像データを収集する。これらのデータを統合し、ひとつの XML ファイルとして記録する点が特徴である [5]。

農業以外では、看護履歴の自動記録に関する研究が行われている。この研究では複数のウェアラブルセンサを装着し、記録されたデータから看護師一人一日分の業務記録を自動生成するシステムを提案している。記録されたデータは音声認識等で解析される。装着するセンサはマイク、非接触型マイク ON/OFF スイッチ、上体傾斜角センサ、歩数計で構成される。音声データからは「どの患者」に「何の看護行為」を実施したかを記録する。記録開始から記録停止までの録音時間がファイルとして生成されるが、音声認識に利用されるのはマイクの入力が ON になった時点から OFF になった時点としている [6][7]。

これらの研究では、作業内容や履歴の記録におけるメリットとして、自身の行動や環境データの計測・記録が容易に行えることが挙げられる。また収集したデータを公開し、共有することで生産や経営に利用できると考えられている。

2.2 先行研究が持つ問題点

これらの研究では、要素技術の評価のみの場合が多い。そのため、研究対象においてその技術が十分な性能を発揮したとしても、利用者にとって利便性があるかどうかは判断できない。これらの研究が有用であるかを評価すること、すなわち、要素技術を用いることで、いかに使いやすくなるかを評価する必要がある。これにはユーザビリティ評価が有効である。評価方法はアンケート調査やユーザビリティテストがある。文献 [8] では、ジョイスティック操作が困難な電動車椅子利用者に対し、音声の指示による操作方法を提案している。評価には、音声操作とジョイスティック操作との走行時間の比較や応答性の他に、実際のユーザや福祉・介護関係者によるアンケート調査を行っている。文献 [9] では、自動車運転中における経路案内を、音声で行うことでモニター視認時間や前方不注意を減らす方法を提案している。この文献も、主観評価と反応時間の 2 つから提案手法の評価を行っている。これらの文献のように、要素技術の性能評価に加え、研究対象となる実際の利用者が使用した際の評価が必要である。

従って、本研究では音声の認識性能評価と、実際に農作業を行っている方のアンケートによる主観評価も行い、音声入力の実用性を評価する。

3 記録すべき情報とその情報の音声入力への利用

3.1 作業日誌、生産管理に用いられる情報

2人の農業従事者にインタビューを行い、作業日誌や生産管理に用いられる情報を調査した。これにより、JA への情報提出には 2 つの方法があることがわかった。以下にその方法について述べる。

1 つ目は、OCR シート (図 1) への記入である。OCR シー

トは農家が各自印刷し、記入した後 FAX で JA に送信する。記入する内容は、名前、生産者番号、作物名、作業段階 (定植日、防除、出荷日、栽培終了日) である。防除には、種の段階で使用した農薬を含む栽培に使用した農薬名、使用日を記入する。これらの記入事項を決められた数字コードで記入する。作物は 8 桁、農薬名は 5 桁である。農家は高齢の方が多く、キーボードの利用が苦手な人が多いことや、PC に対して嫌悪感を抱いている人も少なくない。よって、OCR シートによる情報の提出が大半である。しかし、数字コードでは入力誤りがある場合、記入した本人がその誤りに気づき難いという点がある。これを補うために、多く栽培されている野菜はその野菜用の OCR シートがあり、裏面にその野菜に使われる農薬名とそれらの数字コードが記載されている。また、OCR シートは紙面であり、書類を保存しておく必要があるため、管理が面倒である。

2 つ目は、PC によるデータ入力である (図 2)。記入する内容は OCR シートの内容の他に、敷き藁のような畑に対し行う作業や一般作業、土壌管理なども記録出来る。入力は作物名、農薬名などを選択もしくは打ち込む。PC 内にデータを保存するので OCR シートより管理が楽である。

このように、提出方法の違いにより記入できる内容が異なるため、2 つの提出方法の利用者間で、JA が提供している生産履歴管理システムの捉え方が異なっている。OCR シート利用者はこのシステムを、農業従事者に対し農薬管理の意識を高めさせるものだと考えていた。一方、PC 入力の利用者はこのシステムを、日誌としても利用できるものとして考えていた。そのため、OCR シート利用者は自作の作業日誌も作成し、合わせて利用している者もいる。

期別	年	月	日	種	品目	品種	栽培計画名	防除区分	農薬診断結果	生産者
	07	03	05	01	1	02030002	トマト	1	111111	定植
	07	02	11	01	1	02030002	トマト	2	177119	ガスタード撒殺剤
	07	03	24	01	1	02030002	トマト	2	209909	テーク水和剤
	07	03	25	01	1	02030002	トマト	2	191112	モスピラン水溶剤
	07	03	26	01	1	02030002	トマト	2	209909	テーク水和剤
	07	03	27	01	1	02030002	トマト	2	209909	テーク水和剤
	07	03	28	01	1	02030002	トマト	5	555555	出荷開始

図 1. OCR シート

圃場ID	子圃場ID	品目	品種	栽培計画名	防除区分	農薬診断結果	生産者
100	101	キャベツ	キャベツ	普通栽培:キャベツ	未指定	未チェック	田舎村 嵐地対策班
100	102	未指定	未指定	未指定	未指定	未チェック	田舎村 嵐地対策班
100	103	未指定	未指定	未指定	未指定	未チェック	田舎村 嵐地対策班
100	104	未指定	未指定	未指定	未指定	未チェック	田舎村 嵐地対策班
200	201	未指定	未指定	未指定	未指定	未チェック	田舎村 嵐地対策班
200	202	未指定	未指定	未指定	未指定	未チェック	田舎村 嵐地対策班
200	203	未指定	未指定	未指定	未指定	未チェック	田舎村 嵐地対策班

図 2. 生産履歴管理システム

3.2 発話の内容・手順

3.1 節で得られた情報から、日誌作成に必要な項目は、生産者名、生産者番号、日付、作物名、作業段階 (定植日 (栽培開始日)、防除 (農薬使用日、種含む)、出荷日、栽培終了日) である。また、これらに加えて出荷用データ以外の作業内容 (敷き藁、草刈り等) を記録する必要がある。本研究では、生産者名と生産者番号は固定とし、発話には関与しない。これらの情報を録音する際の、発話内容と順番を以下のように設定した。

1. 作業開始時に「作業開始」
2. 農作業を行う「作物名」
3. 「作業内容」: 定植, 防除, 収穫, 敷き藁, 草取りなど
4. 「メモ」, メモの「内容」: 害虫名, 農薬名, 希釈倍率など
5. 作業終了時に「作業終了」

「」の中身が発話する内容で, 各手順の単語を区切りながら発話する. 作業開始から作業終了までの区切りは作業内容毎とする. また, 文献 [3] では, 音声ファイルのファイル名から日付や時間の情報を得るため, 作業毎に録音し直している. しかし, 近年, 市販されているハードディスクの容量は大きく, 長時間録音した音声データも保存しておく. そのため本研究では, その日の作業が終了するまで録音し続ける. これにより, 作業毎に携帯端末を取り出し操作する必要がなくなる.

基本的な発話について述べる. 一般的な作業において, 発話手順は手順 1, 2, 3, 5 となる. 手順 1~3 までは作業開始時に録音する内容で, 「作業開始 作物名 作業内容」と発話する. その後, 農作業を行い作業終了時に手順 5 の「作業開始」と発話する.

次に, 2つの例外的な発話について述べる. 1つ目の例外的発話は手順 4 を含む場合である. 手順 4 のメモは, 備考欄として畑の様子などを記録する時や, 作業内容が農薬散布の時に用いる. 作業開始時, もしくは作業途中に記録し, 「メモ メモの内容」と発話する. 農薬散布時は「メモ 害虫名 農薬名 希釈倍率」のように, 農薬使用の際に記録しなければならない項目を発話する. 2つ目の例外的発話は「訂正」を用いる場合である. もし, 発話している最中に作物名などの項目を言い間違えてしまった場合, その発話の後に「訂正」と発話する. これにより, 直前に発話した内容を取り消せる.

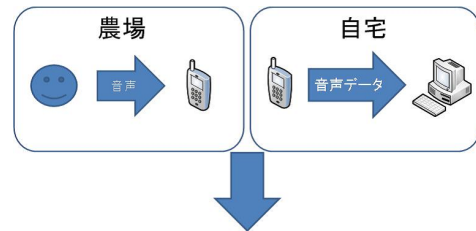
また, 作業の開始・終了を言い忘れた場合は, 次のように対応する. 「作業開始」を言い忘れた場合(「作業開始」から「作業内容」まで), 作業を開始した時間は録音を開始してから, もしくは前の作業内容が終わってからの2つの状態からさほど時間が経っていないと思われる. 従って, この状態を開始時間とし作業途中, または作業終了時に手順 4 のメモ内に作物名や作業内容を発話する. 「作業終了」を言い忘れた場合, 次の作物の「作業開始」, もしくは録音を停止した時点を作業終了の時間とする.

4 農作業日誌システム

4.1 システム概要

初めに, 提案する作業日誌システムの日誌作成までの工程を以下に述べる. 携帯端末を用い, 圃場で音声を録音する. その後, 自宅や事務所に帰宅したあと, 音声データから日誌の作成に必要な単語を抽出する. ひとつの作業内容の開始から終了までをひとつの区間とし, 認識された単語を XML ファイルとして保存する. そして, 各要素を作業日誌の記入欄に関連付けさせることで, データ作成の支援を行う. 作業日誌の表示には HTML を用いる. また, その区間に録音された音声も一緒に保存する. これにより, 作成された日誌の項目が誤っていた場合, 音声を聞き直すことで修正出来る. そのため, 修正する必要が無い場合は作成された作業日誌・提出用データを確認するだけで良い.

図 3 の作業日誌は, 初めに「大根」の「間引き」を行い, 次に「藁干し」, 最後に「なす」の「収穫」を行った日の例である.



作業日誌

2010年10月5日

作業開始	作業終了	作物名	音声	作業内容	音声
10:00	10:32	大根	再生	間引き	再生
10:55	12:00		再生	藁干し	再生
13:45	15:00	なす	再生	収穫	再生

図 3. 日誌作成の工程

項目の横にある再生ボタンを押すことで, 切り出された音声を再生することが出来る.

本研究における課題として, 以下の事が挙げられる. 1つ目は, 3章で記述した OCR シートや PC 入力に用いる情報を含んだ入力方法の作成である. これには, 音声入力の際に作物名や作業内容など項目ごとに分けた発話手順を設ける. また, この発話の入力順を利用し, 日誌表示へと対応させる. 2つ目は, タスクに合わせた辞書・文法の作成である. JA の生産履歴管理システムで用いられている作物コード表を利用することで作物名の辞書は作成できる. 本研究では, 後述するデータ収録で得られた情報や, 農業従事者から予め提示された単語を辞書に登録した. 三つ目は, 修正時のインターフェースである. この課題には, プルダウンボックスやスマートフォンのタップを利用する.

4.2 音声データからの日誌作成

初めに, 録音データの音声認識について述べる. 音声認識には Julius を用いる. Julius はオープンソースの音声認識ソフトである. 音声認識用辞書には作物名, 作業内容名称をあらかじめ登録した. 言いよどみにおける「えー」や「あー」という間投詞も登録し, 誤認識を防ぐ. また, 「ほうれん草の収穫」のように助詞の「の」を含んで発話した場合も認識できるように, 「の」や「と」を辞書に登録した. 音声認識用文法には単語のみを発話した場合だけでなく, 上記の間投詞や助詞が含まれたものを作成した. 音声データは認識させるために 20 秒毎に分割する.

次に, XML 形式での保存について述べる. (ソケット通信を用いて認識結果をサーバに送り) or (Julius の認識結果ログから), 正規表現により単語の文字列を抽出する. この際, 文字列内に間投詞や助詞がある場合は削除し, 日誌作成に必要な単語のみを残す. 残った単語を作物名, 作業内容, メモの項目ごとに分け, 各単語の前後に各日誌欄に対応したタグを挿入する. そして, それらの文字列を作業日誌の構造に当てはめ, XML データを作成する. 日誌の閲覧は, この XML ファイル HTML に変換し, ブラウザ表示により行う. IC レコーダーやレコーダーのアプリケーションで録音する際に, 日時や録音開始・停止時刻がデータとして残る. これらの情報も文字列として抽出し, XML ファイル内の日時のタグ内に当てはめる. XML 形式で保存する利点として以下の理由が挙げられる. データベースの設計が不要で, XML ドキュメントをそのまま格納し, 利用できる. また, XML ドキュメントが持つタグの情報を元にした検索や追加, 削除, 更新が可能で, 検索結果として XML ド

キュメントの任意の一部だけを取得、また XML ドキュメントの一部の更新や追加が可能である。

5 音声入力評価

本章では、農作業に携わる学生と農業従事者による音声データ収録や、得られたデータの認識性能評価、また、被験者のアンケート調査による音声入力に対する有用性評価について述べる。

5.1 農業サークルによる録音

5.1.1 音声データの収録

農作業における音声データの収録、また、圃場での録音や農作業中におけるマイク装着の負担の調査のため、法政大学小金井キャンパスにある農業サークルの協力を得た。彼らは農業従事者の了解の下、農作業の手伝いを行っている。

今回、マイクの違いによる認識性能の違いも計るため 2 パターンの機器を使用した。1 つ目は有線のヘッドセット ELECOM MS-NB110SV と IC レコーダー OLYNPUS Voice Trek DS-750 の組み合わせで、録音環境はサンプリング周波数 48kHz、量子化ビット数 16bit で録音した。もう一つは Bluetooth (以下 BT) ヘッドセット BC JAPAN HPW220 と NTT ドコモのスマートフォン T-01C の組み合わせで、録音環境はサンプリング周波数 48kHz、量子化ビット数 16bit で録音した。前者は頭にかけるタイプのヘッドセットのため長時間の装着は負担が大きい。また、イヤホン部分が耳に被さると周囲の音が聞き取り難いため、農作業に支障が出ると考えられる。そこで、ヘッドセットを首にかけ、マイク部分を口元に当てる方法をとる(図 4)。後者は片耳にかけるタイプで、大きさは耳と同程度であり、左右に付け替えられるため、負担は少ないと考えられる(図 5)。

残留農薬などの問題から、農薬は慎重に扱わなければならない。そのため、農業サークルの方たちは農薬を扱う作業は行っていない。従って、今回は 3. 2 節で設定した発話手順 3 での「農薬散布」や、手順 4 の「メモ」内でも「農薬名」などの発話を行わない。図 6 はヘッドセットを装着し作業を行っている風景である。農業サークルの人たちの中には、このように私服で作業を行う人もいる。

収録したデータについて述べる。有線ヘッドセットでの収録データは 5 日分で、6 個の作業を行った。BT ヘッドセットでの収録データは 6 日分で、13 個の作業を行った。録音時間は 1 日に 1 ~ 3 時間程である。



図 4. 有線ヘッドセット



図 5. BT ヘッドセット

5.1.2 音声データの認識性能評価

録音した音声データから、作業日誌作成に必要な単語が発話された部分の認識を行い、その認識率を調べる。認識率の評価は単語正解率と単語正解精度を用いる。単語列がどの程度正解しているか、挿入誤りや削除誤りがどの程度あるかを評価する。単語正解率 (Word Correct) と単語正解精度 (Word Accuracy)



図 6. 農作業の風景

は次の式で定義される。H:正解の単語数,D:脱落誤りした単語数,S:置換誤りした単語数,I:挿入誤りした単語数である。

$$Word\ Correct = H / (H + D + S) \times 100\% \quad (1)$$

$$Word\ Accuracy = (H - I) / (H + D + S) \times 100\% \quad (2)$$

有線のヘッドセットと IC レコーダーによる音声データと、BT ヘッドセットとスマートフォンによる音声データそれぞれの認識結果は表 1、2 のようになった。音声データ全体の認識率の他に、発話手順の項目ごとに認識率を出した。どちらの音声データも、「作業内容」の認識率が最も悪い結果となった。「作業内容」は、今回扱った音声データの中で最も種類が多く、同じ作業内容でも名称が複数存在する作業がある。そのため、それら複数の名称でも認識できるようにし、利用者が自由に発話できることが利便性の向上につながるだろう。また、有線ヘッドセットを用いた音声データは、データ数が BT ヘッドセットを用いた音声データより少ないこともあり、「作業開始」や「作物名」では 100% となった。しかし、今後データ数が増えることで認識誤りが発生する可能性がある。そこで、Julius の辞書変更を利用し、作業内容の発話に対し、作業内容の単語のみを含んだ辞書を利用することで認識誤りを防ぐ。また、今までに記録したデータとの相互相関による音声データの比較など、認識性能向上のための対処が必要になる。今後の課題であるスマートフォンを用いた発話の録音、日誌閲覧を考慮し、Google のモバイル用音声認識エンジンを用いた認識結果も調べた。使用した音声認識エンジンは、Android/iPhone 向け音声検索に用いられている。端末は NTT ドコモのスマートフォン HT-03A を使用した。こちらの単語正解率は 65%、単語正解精度は 65% となった。

Julius の認識結果の例を述べる。大根の間引きを行ったデータでは、大根以降の単語が誤認識され、間違った作業内容が表示された。また、被験者が「江戸東京野菜のトンネルかけ」のように作物名と作業内容の間に「の」を発話したため、誤認識をしてしまった。Google の音声認識エンジンの認識結果は、「間引き」が「馬力」、「藁干し」が「藁帽子」になるなど、農業に用いられる単語の認識精度が低かった。今後収録データが増え、農業に用いられる単語が増えることを予想すると、音声認識には Julius の利用が適していると考えられる。

表 1. 認識率 (有線ヘッドセット, IC レコーダー)

	単語正解率	単語正解精度
全体	92%	88%
作業開始	100%	100%
作物名	100%	100%
作業内容	86%	86%
作業終了	86%	71%

表2. 認識率 (BT ヘッドセット, スマートフォン)

	単語正解率	単語正解精度
全体	89%	89%
作業開始	90%	90%
作物名	92%	92%
作業内容	86%	86%
作業終了	88%	88%

5.2 農業従事者による録音

5.2.1 音声データの収録

前節から、どちらのヘッドセットでも認識性能に大きな差は得られないため、コードレスで作業に支障が出にくいBTヘッドセットを使用する。収録データは7日間で、12個の作業を行った。録音時間は1日に1~6時間程である。

5.2.2 音声データの認識性能評価

認識結果を表3に示す。学生のデータと比べると、すべての項目の値が低く、農業従事者のデータの中では「作業開始」と「作業終了」が全体の認識率低下を招いている。「作物名」では、ほうれん草の「草」の部分の間投詞の「えー」ように長く発話したため、挿入誤りが増え、単語正解精度が低くなっている。「作業終了」の認識率が低い原因として、発話した際に風の音が混入することが多く、誤認識が増えたためである。環境音の問題に対しては雑音の除去が効果的であろう。しかし、学生のデータにおいても、「作業内容」に次いで「作業終了」の単語正解率が低い値である。従って、雑音以外の認識率低下の原因を調べる必要がある。

学生と農業従事者の音声を聞き比べると、農業従事者の音声はしゃがれていることや、発話内容を考えるためか、滑舌が悪い箇所や、間投詞が多かった。この点も認識率低下の原因であると考えられる。しかし、間投詞や言いよどみは発話の慣れにより減少でき、認識されやすい発話が期待できる。学生と農業従事者の両方に共通することは、稀に「作業終了」を発話し忘れてしまうことである。そのため、3.2節で記述したように、次の作業開始時、または録音終了時をその作業の終了とした。しかし、作業途中に休憩を入れる場合もあったため、新しい対応を考える必要がある。解決策として、環境音の利用が考えられる。圃場では、車の走行音や風の音など多くの環境音が入る。一方、休憩する際、室内にいればそのような雑音はなく、環境音は小さい。これを利用し、農作業中かどうかの判断する。

表3. 農業従事者の認識率

	単語正解率	単語正解精度
全体	79%	66%
作業開始	73%	64%
作物名	86%	71%
作業内容	79%	64%
作業終了	75%	65%

5.3 音声入力の有効性評価

音声入力の有用性を評価するため、作業中の録音を経験してもらった後に、「音声入力に対する抵抗はないですか」などの項目に対し、4段階評価のアンケート調査を行った。本研究では、農作業中における音声入力の良し悪しを判断してもらうため、4件法による評価を用いた。回答者は7名で、5人は農業サークルの学生、2人は60代と30代の農業従事者である。質問内容とアンケート結果を表4に示す。普段、学生は作業内容の記録を行っていない。しかし、農業従事者からある程度任された作業を行う場合、作業内容をメモしておくことがある。その

ため、項目6は一部の被験者のみの回答となった。多くの項目で3番が選ばれ評価されている。各項目の回答の中央値を算出した結果、項目3の「端末の所持、マイクの装着に対し負荷はあるか」以外はポジティブな結果が得られた。そのため、音声入力や作業中の発話に関しては有効だが、録音機器の選択が課題として残った。録音機器の問題として、端末のバッテリーも考慮しなければならない。今回用いたスマートフォン T-01C で事前に1時間録音した際、バッテリーの減量は全体の10%だったため、1日分の農作業は録音できると考えていた。しかし、実際に録音してみると、5、6時間で切れてしまう日もあり、録音できる時間にばらつきがあった。そのため、より長時間の録音に対応できる録音端末を用いる必要がある。

アンケート以外に、録音に対する意見を伺った。マイクに関しては、有線のヘッドセットではコードが作業の邪魔になることがあったが、BTヘッドセットではその問題が無く、利用しやすいという意見を得た。また、発話自体に関しては作業開始時と終了時に行うため苦にならないという意見を得た。録音端末の所持に関しても、携帯電話の所持と変わらないため苦ではないという意見を得たが、機器の装着を忘れてしまうという指摘も受けた。発話内容は単語毎であるが、文として発話してしまうことがあるため、利用者が発話に慣れることや、単語のみでも文でも認識できるような発話内容の改善が必要となった。

表4. アンケート結果

	1	2	3	4
音声入力に対する抵抗はないか	0	2	4	1
発話手順は理解しやすいか	0	2	3	2
マイクの装着などに対し負荷はないか	0	4	2	1
発話による作業の負荷はないか	0	1	4	2
2回目以降の録音は、初めに比べて楽か	0	0	2	1
既存の記録方法に比べ使いやすいか	0	0	3	1

6 農作業日誌システムに向けて

6.1 作業日誌の作成

作業日誌作成の大まかな工程は以下のようになる。Juliusを用いて録音データの音声認識を行い、結果から認識した単語の文字列を抜き取り、XML形式で保存する。そして、作業日誌の対応した欄に単語を当てはめ、HTMLで表示させる。音声データはJuliusで認識させるため、20秒毎に分割する。辞書には、今回データ収録した際行われた作業内容名とそれに該当する作物名を登録する。XMLファイルでは、作物・作業内容というタグ内に対応する単語を入れ保存する。XMLからHTMLへの変換にはXSLTを用い、表を作成する。

作業日誌

2011年06月14日

作業開始	作業終了	作物名	音声	作業内容	音声	メモ
13:52	14:46	じゃがいも	再生	収穫準備	再生	
15:22	16:34	スナックえんどう	再生	片付け	再生	

図7. 作業日誌の例

作成される日誌の例を図7に示す。初めに「じゃがいも」の「収穫準備」を行い、次に「スナックえんどう」に対し「片付け」を行った日に作成される作業日誌の例である。環境音や作業で使用する道具の音などにより発話内容を誤認識することがあ

た。そのため、作成される日誌欄に異なる項目が表示されるため、音声を聞かなければわからないデータがあった。また、録音データの中には、複数の作物に対し、同時に作業を行ったため、被験者が作物名を発話しなかった。そのため、作物名が空欄になってしまった。今後はこれらの対処が必要となる。

6.2 音声入力による作業日誌システムへの組み込み

本研究では、音声入力による農作業日誌システムを想定し、音声入力の有用性評価を行った。5章の結果から、農作業中の発話は有効である。しかし、今後作業日誌システムに組み込むためには以下のような改善が必要となる。

1つ目は、環境音の対処である。今回収録した音声データの中に、トラクター起動中に発話したデータがあった。認識結果は誤っていたため、今後このような状況下での発話は機能しなくなってしまう。従って、雑音除去が必要となる。雑音除去処理を行った例を挙げる。図8、9はトラクターの音が混入した音声の雑音処理前と雑音処理後のスペクトログラムである。この様にトラクターの起動音を削減できる。今回収録した音声データの中には雑音除去により認識結果が改善されたデータがあった。しかし、雑音除去により音声部分も欠落してしまうことや、ミュージカルノイズと呼ばれる雑音が発生してしまうこともある。

2つ目は、ユーザに発話内容の提示を行うかどうかである。本研究では、発話するために作業毎に録音端末を取り出すという動作を無くすために、作業中は録音し続け、作業開始時に発話する形を取ったため、作業中に録音端末を触ることはない。しかし、被験者によって、発話手順を忘れてしまう場合があった。文献[9]では、音声による提示と入力に加え、最小限の表示を行っている。そのため、録音端末画面に発話内容の提示し、録音のサポートを行う必要がある。

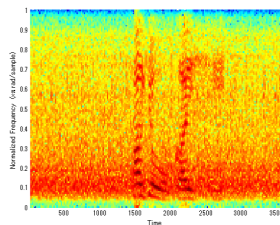


図 8. 元の音声

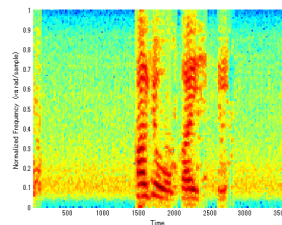


図 9. 雑音除去後の音声

7 あとがき

声を用いて作業日誌・生産履歴データを作成するシステムを構築するため、農業従事者にインタビューし、JAに提出する生産履歴データについて調査した。また、携帯端末、マイクを装着した状態での農作業への負担を調べるため、大学の農業サークルに協力を得て、データ収録を行った。録音を行ってもらった結果、農作業中の発話やマイクの装着は苦にはならないという意見を頂いた。また、録音データの音声認識では、JuliusとGoogleの音声認識エンジンとで認識率を比較した。結果として、Googleの音声認識エンジンは農業に用いられる単語の認識精度が低いことが分かった。

今後は、3.2節で挙げた例外的な発話の対応を考えなければならない。また、今回、農業従事者の方に協力は得たが、農業を利用する際の録音データを収集できなかった。従って、農業を使用する際、作成された辞書が機能するかを確かめなければならない。辞書作成においては、農業に関する問題がある。

農業の商品名は変わることがあるため、商品名を闇雲に辞書に登録することは効率が悪い。従って、この問題を回避した辞書の作成を考える必要がある。

農業サークルの方たちから以下の質問があった。作業開始と言った後、途中で録音を停止し、その後同じ作業を行った場合どうなるか。また、作物名の名称を間違えて作業した場合はどうするか。一つ目の質問は以下のように解決する。3.2節で「作業終了」を言い忘れた場合、録音を停止した時点として作業終了の時間と定義した。しかし、音声データの前後で作物名と作業内容が同じ場合はひとつの区間として扱えば対処できるはずである。二つ目の質問は、その日作業した作物のことを覚えていない場合、手入力ですぐで解決できる。覚えていない場合は、カメラを用いた画像記録により解決する方法が考えられる。従って、音声と画像を用いることで作業日誌の利便性の向上に繋がると考えられる。これを実現するにあたって、使用する情報端末にスマートフォンが挙げられる。本研究では、マイクのコードレス化を図るためにBluetoothを利用し、録音端末としてスマートフォンを用いている。今後は、スマートフォンに搭載されているカメラも利用し音声と画像データの収録、また日誌の表示が課題となる。

参考文献

- [1] 大津弘子, “食品トレーサビリティ・システムの実践 導入手引きと実践解《物流トレサビ》の紹介,” *Unisys 技報* 24(3), 233-244, 2004-11
- [2] 寺本郁博, 大黒正道, 吉田智一, 高橋英博, “音声認識機能を用いた作業記録システム,” 2002, 特願 2002-184569
- [3] 松本一成, 町田武美, “音声認識による農作業記録支援システムに関する研究,” *農業情報研究*, 2002, 255-262
- [4] 菅原幸治, “現場情報収集のための農業日誌システム - 携帯情報端末の利用と IT 農業 -,” 第4回農業情報研究会 ワークショップ「携帯情報端末の利用と IT 農業」, 20011129
- [5] Takehiko Hoshi, Eichi Shiozawa, Keita Shinma, Masuyuki Takaichi, Masayuki Hirafuji, “Development of an Application Program for Field Servers to Acquire and Leverage Production History Information in Protected Horticulture,” *Agricultural Information Research* 16(1), 2007-01-08
- [6] 桑原教彰, 野間春生, 鉄谷信二, 萩田紀博, 小暮潔, 伊関洋, “ウェアラブルセンサによる看護業務の自動行動計測手法,” *情報処理学会*, 44(11), 2638-2648, 2003-11-15
- [7] Aki Ohmura, Noriaki Kuwahara, Haruo Noma, Nobuji Tetsutani, “Wearable Sensors with RF tag for Auto-Event-Recording on Medical Nursing,” *Proceedings of the Virtual Reality Society of Japan annual conference* 8, 333-336, 2003-09-17
- [8] 橋場参生, 中島康博, “音声操作型電動車椅子の開発と評価,” *電子情報通信学会*, 102(493), 29-34, 2002-11-30
- [9] 北岡広宣, 中野倫明, 杉山和彦, 山本新, “音声を主体とした経路案内法とその有効性評価,” *電子情報通信学会*, 57-62, 1997-06-20