

リンゴ剪定技術習得支援システム

Apple tree pruning skill learning support system

○長谷川 将士, 丹波 澄雄

○Masashi Hasegawa, Sumio Tamba

弘前大学

Hirosaki University

キーワード : リンゴ(apple), 剪定(pruning), ウェブアプリ(web application),
データベース(data base), e-ラーニング(e-learning)

連絡先 : 〒 036-8561 青森県弘前市文京町 3 弘前大学 大学院理工学研究科
丹波澄雄 Tel:0172-39-3725

1. はじめに

日本のリンゴ生産総量は 765 kt であり、表 1 より青森県の生産量は 447 kt (58%) と非常に多い¹⁾。しかし表 2 を見ると、15 年の期間で農業者数は約 4 割減少していることに対し、平均年齢は 5.8 歳(1 割)増加していることが読み取れる²⁾。

表 1 都道府県別リンゴ生産量と割合

	生産量[t]	割合[%]
青森	447,000	58.43
長野	142,000	19.56
山形	45,000	5.88
岩手	43,000	5.62
福島	27,000	3.53
秋田	24,000	3.13

表 2 青森県の 5 年毎における農業者数とその平均年齢

	農業者数[人]	平均年齢[歳]
平成 12 年	109,550	58.0
平成 17 年	96,166	60.3
平成 22 年	80,483	62.6
平成 27 年	64,746	63.8

リンゴ栽培の 1 年間の主な作業を図 1 に示す。図よりリンゴの収穫までには様々な作業工程が有り、リンゴの品質や収穫量に影響を及ぼす。特に整枝・剪定と呼ばれている作業では、リンゴの木の枝振りを整えるために枝を切り落とすため、木に与える影響が直接的であり非常に大きい。実際「リンゴ造りは剪定に始まり剪定に終わる」と言われるほどに重要な作業とされている。この剪定では、枝に万遍なく日が当たるか、どの枝の成長を促すか、作業の邪魔にならないか、など様々な要因を考えて行う必要があり、その判断は非常に複雑である。この様なノウハウはベテランのリンゴ農家の方々が多く持ち合わせているが、農家の担い手の高齢化により、技術の継承者の確保が喫緊の問題となっている。しかしながら、現在農協などが主催して行われている剪定講習会では、解説のみで実際に剪定が行わないことや、人数が多くてその解説が聞こえない、また十分な理解には時間がか

かるため、新規参入等の若年層にとっての障害の1つとなっている。

そこで本研究では、初めにベテランのノウハウを映像として記録し、記録映像から抽出したデータに基づいた、マルチメディアデータベースを構築した。その後、このデータベースに基づいた若年層に向けたリンゴ剪定習得技術支援システムを開発した。本システムはリンゴ剪定技術の辞書に相当するデータベース検索システムと、剪定のノウハウを学習するためのトレーニングシステムから構成されている。また、本システムはPCとスマートフォンのWebブラウザから利用できることを念頭に置いて実装した。

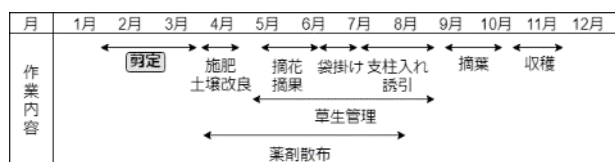


図1 リンゴ栽培における1年の主な作業

2. 剪定映像について

撮影した剪定映像はリンゴ園の剪定技術者が実際に剪定しながら、剪定の理由などの解説も同時に行なっている様子の映像である。映像は樹木全体と作業を行っている枝部分の映像を同時に取得するために、木全体を写すカメラと目線カメラを用いた。今回は3箇所のリンゴ園で剪定を任されている技術者に頼んで撮影を行った。これらのリンゴ園地の特徴としては、平地、斜面、土壌の含有栄養分の多少に違いがある。1本の果樹の剪定を完了させる過程で、技術者の持つほとんどのノウハウが公開される。これらの撮影映像から、ノウハウを含む映像コンテンツを抽出し、抽出したコンテンツに基づいてデータベースを作成した。データベースについては次章で詳しく説明する。

3. データベースについて

今回作成したリレーショナルデータベースの一部のレコードを表3、表4に示す。使用したデータベース管理システムはSQLiteである。

表3には現在登録済みのフィールド項目も示されている。専門的な内容については専門家の指導を基にデータを入れている。レコード数は現時点で68であるが、この理由はデータベースの構成やトレーニングシステムの構築に於いて試行錯誤が発生するので作業効率を考慮したことによる。今後はデータ数を増加させる予定で進めている。

また、表4はトレーニングシステム用のデータベースであり、表3とは異なるデータである。出題用のデータとそれに対する解答のデータを入れている。

映像No.と画像No.に2フィールド値が入っているのは、木全体が入った映像(画像)と目線カメラから撮影した映像(画像)の2つが存在することを意味している。

表3 リンゴ剪定データベース概要

ID	映像No._1	映像No._2	品種	育成過程
115	115_01	115_02	ふじ	若木
215	215_01	215_02	ふじ	成木

樹齢	栽培方法	地形	剪定箇所
5年	普通	平坦地	主枝-側枝
15年	普通	傾斜地	主枝-側枝

方向	剪定理由
東	主枝に対して側枝のバランスを取る
西	陽当たりを良くする

表4 トレーニングシステム用データベース

ID	映像No._1	映像No._2
018	018_01	018_02
207	207_01	207_02

画像 No._1	画像 No._2	正解番号	正解画像
018_01	018_02	1	018_a
207_01	207_02	3	207_a

4. システム構成

図 2 に今回開発したシステムの構成図を示す。TOP ページをベースにデータベース検索システムとトレーニングシステムに別れている。それぞれ適宜データベースにアクセスし、必要なデータを表示している形となっている。

ページ構成には Bootstrap というフレームワークを使用している。また、CGI スクリプトには、Python を使用している。

データベース検索システムでは、今剪定すべきか否か迷っている枝の条件に対して検索を行うと、剪定条件を満たしている枝の剪定方法の映像を閲覧することが可能である。

トレーニングシステムでは、どの枝を剪定するか選択させる問題を出題し、剪定の感覚（勘所）を掴むものとしている。各システムについて詳しくは次章以降で説明する。

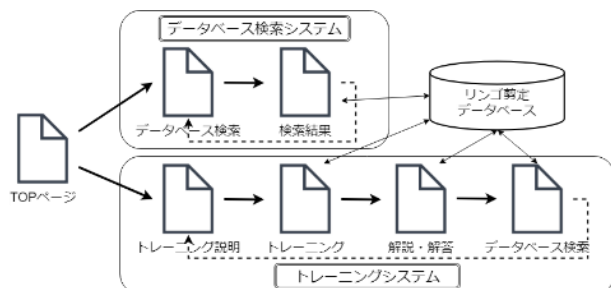


図 2 システム構成図

5. データベース検索システム

図 3 がデータベース検索ページのホーム画面である。データの検索では 6 つの検索項目（育成過程・樹齢・栽培方法・地形・剪定箇所・方向）を指定することができる。

検索システムは、6 つのセレクトボックスから選択されたそれぞれの要素を CGI で受け取り、データベースにアクセスし、該当するデータを html の該当箇所に表示する。また、それぞれにワイルドカードとして「指定なし」

という要素を設け、その項目では全対象に検索をすることが可能である。検索条件に対して、該当するデータが無かった場合は「該当するデータがありませんでした」と表示される。

実際の検索結果例を図 4 に示す。ここでは育成過程：若木、樹齢：5 年、栽培方法：普通、地形：平坦地、剪定箇所：指定なし、方向：指定なし、として検索を行った。検索結果ページにおいては、指定した検索条件が表示され、その下に検索結果として ID、剪定理由とともに動画リンクが表示される。このリンクから前述した 2 つの剪定動画を視聴することが可能である。



図 3 データベース検索ページ

ID	剪定理由	動画リンク
111	主幹に対して伸びすぎている。樹勢が強い	再生① 再生②
112	樹勢が強い	再生① 再生②
113	樹勢が強い	再生① 再生②
114	樹勢が強い	再生① 再生②
115	主幹に対して樹枝のバランスを取る	再生① 再生②
116	樹勢が強い	再生① 再生②
117	樹勢が強い	再生① 再生②
118	主幹の先端より若い	再生① 再生②
119	樹勢が強い	再生① 再生②
120	必要がない	再生① 再生②
121	二次枝生している	再生① 再生②
122	必要がない	再生① 再生②
123	樹勢が強い必要がない	再生① 再生②
124	樹勢が強い日陰より速くする	再生① 再生②

図 4 検索結果

6. トレーニングシステム

今回のテーマが「技術習得」であるため、ユーザーに問題を解くトレーニングを行わせることが必要と考えた。そこで剪定する木の画像を用意し、剪定する枝の箇所に関する問題を作成した。使用した画像は専門家による剪定解説映像を基に作成しており、木全体の画像と目線カメラにおける画像の2パターンで問題を提供している。

問題形式としては4択問題、1問1答とした。今回は試験的な運用ということもあり、19つの問題を作成した。また、出題順をランダムにするため、CGIで出題順を毎回変わるように設定した。さらに、問題に使用しているhtmlの重複参照を防ぐために、図2のシステム構成図中の「トレーニング説明ページ」にて、その時点での時刻を取得し、htmlファイル名に取得した時刻を付け加えている。

図5が実際に問題を解く画面になっている。問題に使用した画像には、予め剪定候補のポイントに印と番号を割り振った。しかしながら、2つの画像について割り振った番号の照合が難しく、全体カメラにおける画像には番号が振れていない状態である。ここは1つ改善するポイントとなっている。画像の右の部分には、画像に対応したデータベースのデータを表示した。また、画像が小さいことや、どの枝に印が付いているか判別が難しく、見づらいこともあるので、画像をクリックすることで拡大可能とした。実際に拡大表示したものが図6となる。この機能ではさらにズームイン/アウトすることが可能となっており、より細かく画像を見ることが可能である。

解答後に正誤判定と問題の答えが表示される。図7は実際にある問題に答えた後の画面である。ここではCGIを用いてデータベースの正解番号を参照し、正誤判定を行う。ユーザーが解答した番号については別のファイルに

リストとして保存され、結果ページにて、自分の選択した番号の項目で表示される。ここでも先程同様、ファイルの同時参照を避けるため、取得した時刻でファイルを分けるように設定している。解説部分にはデータベースの剪定理由を表示し、正解画像には正解部分の色を変えて見やすく表示した。ここでも先程同様に画像拡大機能を取り入れている。また、動画を見るボタンを設け、そこから正解を解説する動画を確認することも可能である。他の動画視聴部分は別タブで再生するよう設定されているが、ここでの動画のみモーダルウィンドウより再生されるよう設定した。これは別タブで動画を表示すると、円滑に問題が進められないため、ページ内で完結するモーダルウィンドウを使用した。

一連の問題を解答した後、図8においてトレーニング結果を表示する。ここでは、正答率と問題それぞれにおける、自分の解答と正解、並びに動画を確認することが可能である。解答内訳は正解した問題を緑背景、不正解だった問題を赤背景で表示することで、どの問題を間違えたのか判断しやすいよう表示した。



図5 トレーニング画面

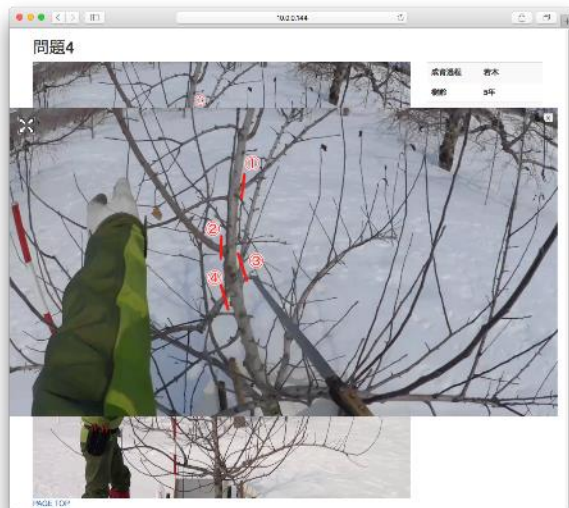


図 6 画像拡大の様子



図 8 トレーニング結果



図 7 解答・解説画面

7. まとめ

今回は動画コンテンツから抽出した素材データをデータベース化し、そのデータベースを用いてリンゴ剪定技術習得支援システムの開発を行い、Web ブラウザを通してユーザに提供するという形で実現した。

データベース検索システムはリンゴ剪定技術の辞書に相当する部分となり、トレーニングシステムは剪定のノウハウを学習する部分となる。この2つのシステムを開発したことで、ユーザに対してより広い支援を提供可能である。

今回は試験的な運用ということでデータ数も限りのある状態で開発を行った。今後データが膨大な量になった場合、このシステムが問題なく作動するかテストしていく必要がある。また、前述したが、データベース検索システムとトレーニングシステム、それぞれのデータベースを作成する。それに併せて各システムにおける必要なデータを考えていく必要がある。

トレーニング部分においては、画像が未だ見づらい状況にあるので、どう見やすくするか考える必要がある。また、全体カメラにお

ける画像に問題とする番号を割り振る必要がある。

今回作成したトレーニング問題だけではなく、入門編のようなコンテンツを作成し、取り組み易いシステムにすることも考えている。それに用いる映像データとして、今回使用した映像とは別に、剪定に加え詳しい解説付きの映像を用いる。この映像には音声の解説だけではなく、テロップでその解説を表示してわかりやすく伝える映像とする。

さらに、少人数に公開し使用してもらうことでフィードバックを得て、ブラッシュアップしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 農林水産省 作況調査（果樹）
http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/index.html#r
- 2) 農林業センサス調査結果書
http://www6.pref.aomori.lg.jp/tokei/document_view.php?sheet_no=2833#ANCHOR02
- 3) 新版 せん定を科学する 樹形と枝づくりの原理と実際、菊池卓郎、塩崎雄之輔、農文協、2005年