

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 1日現在

機関番号：82111  
 研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2009～2011  
 課題番号：21780240  
 研究課題名（和文）RFIDを用いた農作業自動認識システムにおける作業判別手法の開発  
 研究課題名（英文）Development of an action detection method for the farm operation monitoring system using RFID  
 研究代表者  
 菅原 幸治（SUGAHARA KOJI）  
 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業総合研究センター情報利用研究領域・主任研究員  
 研究者番号：60355485

研究成果の概要（和文）：RFIDを用いたウェアラブル型の農作業自動認識システムにおいて、作業中に自動収集されるRFID読取データから作業内容を自動的に判別して記録するための作業判別手法を開発した。作業過程における対象物（オブジェクト）のRFID読取によって記録された特定の対象物の組み合わせや順序から、パターンマッチングによって作業や動作の内容（イベント）を判別する手法を考案した。システムの試験環境を構築した上で、実際の作業中に記録した時系列RFID読取データから作業内容の判別が可能であることを確認した。

研究成果の概要（英文）：An action detection method for the farm operation monitoring system using RFID and wearable devices was developed. It automatically and efficiently enables users to record contents of actions or tasks during the farm operations. This developed method is to detect actions or tasks as “events” by pattern matching of the combinations of the specific “objects” to the time-series data which are collected by reading the RFID tags on the objects related to the operation. An experimental system was built based on this method and it showed the effectiveness to detect contents of the actual tasks.

## 交付決定額

（金額単位：円）

|        | 直接経費      | 間接経費      | 合計        |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| 2009年度 | 1,400,000 | 420,000   | 1,820,000 |
| 2010年度 | 900,000   | 270,000   | 1,170,000 |
| 2011年度 | 1,100,000 | 330,000   | 1,430,000 |
| 年度     |           |           |           |
| 年度     |           |           |           |
| 総計     | 3,400,000 | 1,020,000 | 4,420,000 |

研究分野：農業情報工学

科研費の分科・細目：農業工学、農業情報工学

キーワード：農作業、自動認識、RFID

## 1. 研究開始当初の背景

農業では、生産管理や労務管理等のために作業記録が必要とされる。作業の内容や時間を省力的かつ迅速に記録し、電子情報（データ）化して管理・分析できれば、作業の効率化や生産の低コスト化などに幅広く応用可能となる。そのため、農作業を記録してデータ化する手法やシステムの研究開発はこれ

までに多数行われてきた。しかし、作業者がPCや携帯電話等の機器を用いて手動でデータ入力する手法は、特に作業現場で入力する場合に手間がかかることが問題とされ、システムの普及上のネックとなっていた。そこで、作業内容を自動的に認識して記録する手法が考えられる。

一方、モノを自動的に識別し記録・管理す

る技術（自動認識技術）として、非接触で高速にデータ読み取りできる RFID（Radio Frequency Identification：無線 IC タグ）が近年注目されている。RFID の基本的な機材として、識別データ（ID）を有する情報媒体のタグと、そのデータを読み書きするリーダー（ライタ）があり、RFID の普及にともない小型化、低価格化している。この状況をふまえ、南石ら（特許第 3951025 号，2003）は、RFID を用いて農作業を自動的に認識する手法を提案し、実験的なシステムを試作した（南石ら，農業情報研究 16(3)：132-140，2007）。具体的には、農業機械、施設、資材、農具、作物などの作業の対象物に RFID タグを貼付し、その識別データを作業者が装着したウェアラブル型リーダーを用いて作業時にリアルタイムに読み取り、作業者が触れた対象物の時系列データから作業内容を記録するというものである。

また近年、膨大でリアルタイムの時系列データから有用な情報を高速に検知する情報処理技術として、Oracle 社等で「複合イベント処理」（Complex Event Processing：CEP）技術が開発され、CEP を行うソフトウェア「CEP エンジン」が製品化されている。RFID を用いた農作業自動認識システムによる作業内容の記録にも CEP が応用できるはずであり、そのアルゴリズムとして効果的な作業判別手法が必要となると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、農作業記録作成の自動化による大幅な省力化を目指し、RFID を用いた農作業自動認識システムにおいて、収集される RFID 読み取りデータから作業内容を自動的かつ効率的に判別して記録するための作業判別手法を開発することである。ポイントは、作業過程において作業による RFID タグの読み取りによって記録された対象物の組み合わせや順序から作業内容を判別する手法の策定であり、そのために「複合イベント処理（CEP）」技術の応用を前提として、パターンマッチング手法を用いた作業判別・自動記録システムを開発する。

## 3. 研究の方法

(1) 南石ら（2007）の方法にもとづき、作業対象物に貼付する小型 RFID タグ、作業者が携帯する機器（腕時計型 RFID リーダーと PDA）、無線 LAN（Wi-Fi）、データベースサーバからなる「ウェアラブル型 RFID 農作業自動認識システム」の試験環境を構築した（図 1）。なお、RFID タグとしてリンテック製シールタイプおよび KR D コーポレーション製耐水性タイプ、RFID リーダーとしてウェルキャット製

WIT-150-T と指先装着用アンテナを用いた。これにより、リーダーを装着した作業者がタグを貼付した対象物に触れると RFID 読み取りデータが自動記録される。PDA にはヒューレットパッカード（HP）の iPAQ シリーズを用い、RFID リーダーとは Bluetooth による無線接続とした。また、データベースサーバについては、OS は Microsoft（MS）Windows XP、DBMS は MS Access 2007 を用いた。

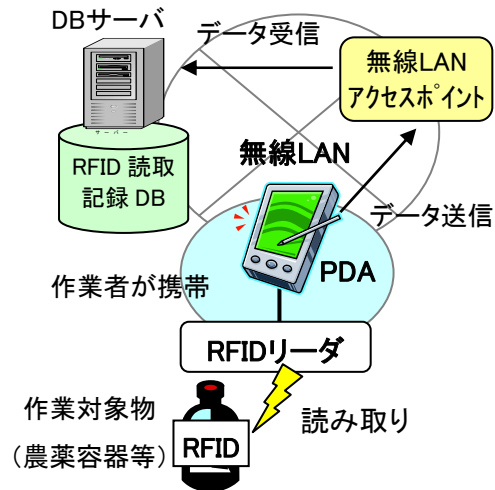


図 1 ウェアラブル型 RFID 農作業自動認識システムの試験環境の概要

(2) 本研究では、CEP の応用を前提として、特定の作業または動作において対象物すなわち「オブジェクト(object)」を作業者が保持・接触することを「イベント(event)」とよぶ。作業に関する複数の対象物に RFID タグを貼付し、それらが作業過程で自動的に読み取られることで時系列 RFID 読み取りデータが記録される。このデータにおいて、特定の動作に対応する一定時間内の対象物の組み合わせまたは順序を「イベントパターン」とよぶ。これらのイベントパターンと RFID 読み取りデータとのパターンマッチングにより、動作の内容の判別を行う。さらに、それぞれのイベントのデータに対して「5W1H」の関連付け（意味付け）をすることで、より詳しい動作や作業内容の判別を可能にする（図 2）。



図 2 「イベント」概念と「5W1H」の関連付け（意味付け）による動作および作業内容の判別の考え方

(3) MS Access を用いて、イベント(event)と対象物(object)との関係を効率的に記録・参照するためのデータベースを構築した。また、MS Visio 2010 を用いて、イベントと対象物との関係を時系列的に相互に参照して対象物の追跡・遡及ができるトレーサビリティ可視化ツールを試作した。

(4) RFID タグの貼付方法や読取方法に応じた読取精度を検証するため、農薬の取り出し・調整、果実の収穫・搬出などの作業を想定して、作業で使用する対象物に各種の RFID タグを貼付し、作業過程における RFID 読取試験を行った。

(5) 実際の果実収穫などの作業現場において、作業で使用する対象物に各種の RFID タグを貼付し、作業過程における RFID 読取試験を行った。

(6) CEP エンジンの無料ソフトウェアである Setsuna (Version 0.0.2)を用いて、リアルタイムの RFID 読取データ (CSV 形式) に対して CEP を行うシステムを試作した。これにより、作業中に記録される RFID 読取データから特定の動作を判別する試験を行った。

#### 4. 研究成果

(1) ウェアラブル型 RFID 農作業自動認識システムの試験環境を構築し (図 1)、これを以下の RFID 読取試験ならびに作業判別手法の検証に使用した。

(2) イベントパターンと RFID 読取データとのパターンマッチングによる作業判別手法にもとづき、MS Access 上で動作するマクロとして作業判別・自動記録プログラムを試作した。これを以下の作業判別手法を検証する試験に使用した。

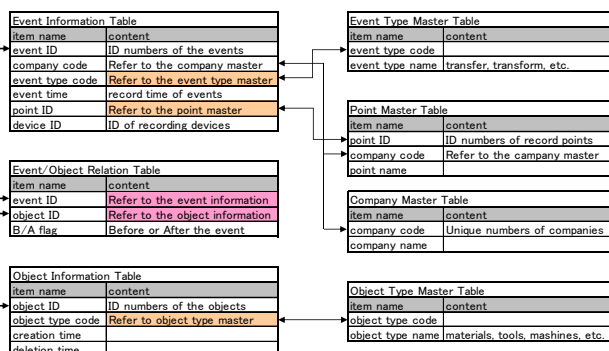


図 3 イベントと対象物の関係を記録・参照するためのデータベースの構成

(3) イベントと対象物との関係を効率的に記録・参照するためのデータベースの構成を図 3 に示す (詳しくは、Sugahara, EFITA/WCCA 2011, 637-643, 2011 参照)。基本的に、イベント情報テーブル、対象物情報テーブル、イベント・対象物関係テーブルからなる。このデータベースに、パターンマッチングによって判別されたイベントと対象物の関係を記録するとともに、あるイベントにおける対象物の保持や移動、ならびに前後フラグ (B/A flag) の入力によって対象物の分割・統合が記録できる。このデータベースとトレーサビリティ可視化ツールを用いることで、作業過程を通じた特定の対象物の追跡・遡及が可能となる。

(4) 特定の作業を想定して、対象物に貼付した RFID タグの読取試験を行った。これにより、作業者が作業中に対象物を使用する際に触れる位置にタグを貼付することで、読取を意識せずに作業を行う場合でも確実にタグが読み取られ、自動データ収集が可能であることを確かめた (表 1)。

また、この試験で収集された時系列 RFID 読取データを用いて、作業過程での特定の動作に対応するイベントパターンを「特定の複数の対象物における一定時間内での読取の組み合わせと順序」として抽出した。その上で、RFID 読取データに対するパターンマッチングにより、動作の内容を判別できることを確かめた。

表 1 RFID タグの読取を意識しない場合でのタグ貼付方法に応じた読取率の比較

| 作業対象物     | 想定動作        | 貼付位置       | 貼付タグ         | 読取率  |
|-----------|-------------|------------|--------------|------|
| 小口<br>ボトル | 手で持ってふたを開ける | ボトルの側面     | シール型<br>47mm | 4%   |
|           |             | ふたの上面      | コイン型<br>16mm | 100% |
| 広口<br>ボトル |             | ふたの側面      | シール型<br>47mm | 100% |
| 園芸<br>ハサミ | 手で持って収穫物を切る | 人差し指が当たる位置 | コイン型<br>16mm | 100% |

(5) 構築したシステムの試験環境を使用し、実際の作業現場における対象物の RFID タグの読取試験を行った。まず、作業者が作業中に対象物に触れる位置に予め RFID タグを貼付することで、実場面での作業においても高い精度でタグが読み取られ、自動データ収集が可能であることを確認した。

現場作業試験で収集された時系列 RFID 読取データを用いて、特定の作業中における特徴的な動作に対応するデータを抽出し、これらをカテゴライズして「イベントパターン」のデータを求めた。その上で、主にベイズ推定

を応用して、作業中に記録された時系列 RFID 読取データに対するパターンマッチングにより、動作・作業内容の判別が可能となることを確認した。また、RFID 読取データに対してイベントパターンのキャリブレーションを行うことで、判別結果の精度向上が可能であった。

(6) 簡易な CEP エンジン Setsuna を用いて、農薬調整を想定した作業過程における RFID 読取データからリアルタイムに動作を判別する試験を行い、設定したイベントパターンに適合した動作の内容をほぼ正確に判別できることを確認した。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

① 菅原幸治、A database system and a visualization tool for agricultural product traceability based on RFID technology、EFITA/WCCA 2011、査読有、2011、637-643、<http://www.efita.net/apps/accesbase/bindocload.asp?d=6949&t=0&identobj=5s3lo6nW&uid=57305290&sid=57305290&idk=1>

② 菅原幸治、南石晃明、農薬使用リスク管理における生産履歴管理システムの機能比較、農業経営学会、査読有、48 巻、2010、113-117

[学会発表] (計 5 件)

① 菅原幸治、南石晃明、FMEA(Failure Modes and Effects Analysis)を応用した農薬誤使用防止のためのリスクアセスメント手法、農業情報学会、2011 年 5 月 13 日、東京大学

② 有田大作、江添俊明、家永貴史、木室義彦、南石晃明、菅原幸治、農作業履歴情報自動収集・可視化システムの試作、農業情報学会、2010 年 5 月 12 日、東京大学

③ 菅原幸治、南石晃明、深津時広、Prototype system to recognize agricultural operations automatically based on RFID、JIAC 2009、2009 年 7 月 7 日、ワーゲニンゲン大学 (オランダ)

④ 深津時広、菅原幸治、南石晃明、二宮正士、Prototype system of monitoring farm operation with wearable device and field server、JIAC 2009、2009 年 7 月 7 日、ワーゲニンゲン大学 (オランダ)

⑤ 南石晃明、吉越恆、菅原幸治、以下 4 名、ハイブリッド型農作業履歴情報自動収集システムの試作、農業情報学会、2009 年 5 月 21 日、東京大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

菅原 幸治 (SUGAHARA KOJI)

(独) 農研機構・中央農業総合研究センター・情報利用研究領域・主任研究員

研究者番号：60355485