

# フィールドにおけるセンシング情報を用いた 視覚的な誘導支援システムの開発

井下 善博<sup>a)</sup>・田畑 真奈美<sup>b)</sup>・岡崎 直宣<sup>c)</sup>

## A Human Navigation System on Farm using Sensor Networks and Augmented Reality

Yoshihiro INOSHITA, Manami TABATA, Naonobu OKAZAKI

### Abstract

We propose a human navigation system on a farm using sensor networks and Augmented Reality. The data collected by the sensor network is brought to a server, and is analysed. When an unusual value appears, it is displayed on a farmer's mobile terminal, and he or she is shown the way to the place where the "even" has happened on the terminal by using Augmented Reality.

**Keywords:** sensor, AR

## 1 はじめに

現在の日本の農業は、離農者の増加と新規就農者減少、後継者不足という問題点がある。後継者不足により、安定した収量を得るために必要な経験や勘の継承が難しい。これらのことから、経験や勘に頼ることのできない新規就農者には安定した生産を上げることは困難であると考えられる。

そこで、情報技術による農作業支援の研究が行われている<sup>1)</sup>。これらの背景としてモバイル端末の普及により、インターネットへの接続が容易になり様々な場所から情報の収集や発信が可能になったことが挙げられる。現在行われている研究は、農作業の軽減や農業従事者の経験不足を補い、新規就農者でも安定した収量を維持することを目的に行われているものである。

しかし、現在行われている研究では農業従事者にデータベース（以下、DBと記述）の利用知識や、ある程度の端末の利用知識が必要となる。更に、新規就農者が温度計などのセンサから得た値が、何の情報で、何に必要なかを視覚的に把握することは難しい。また、農場で起きた重大な変化に気づくことに遅れる恐れもある。

そこで、センサノードから得た情報の直感的把握や、農場での異常の素早い検知・誘導が可能になれば、新規就農者を中心とした農業従事者の農作業支援が可能になると考えた。これらのことから、本研究ではセンサノードから得た情報の視覚的な把握による農作業支援システムの提案を行う。

本論文では、既存研究であるセンサ情報可視化システムに、農場の異常を検知し、農業従事者を誘導する機能を拡張したシステムの提案を行う。

本提案システムでは、拡張現実感（AR:Augmented Reality）技術<sup>2)</sup>を用いて実現する。本提案システムで用いるAR技術とは、デジタル情報を現実世界に融合させることにより、新しいユーザインターフェースを構築する技術のことである。AR技術を用いることでセンサノードから取得した情報を視覚的に把握できる。また、センサノードとはセンサとデータ処理機能や無線通信機能を実装した装置である。

## 2 関連研究

### 2.1 視覚によるセンサ情報把握へのアプローチ

現在行われている研究には、農業従事者がセンサ情報をWebページで閲覧できる方式<sup>1)</sup>がある。このアプローチは、センサ情報を自動的に収集し閲覧することは可能である

a)情報システム工学専攻大学院生

b)情報システム工学科学部生

c)情報システム工学科教授

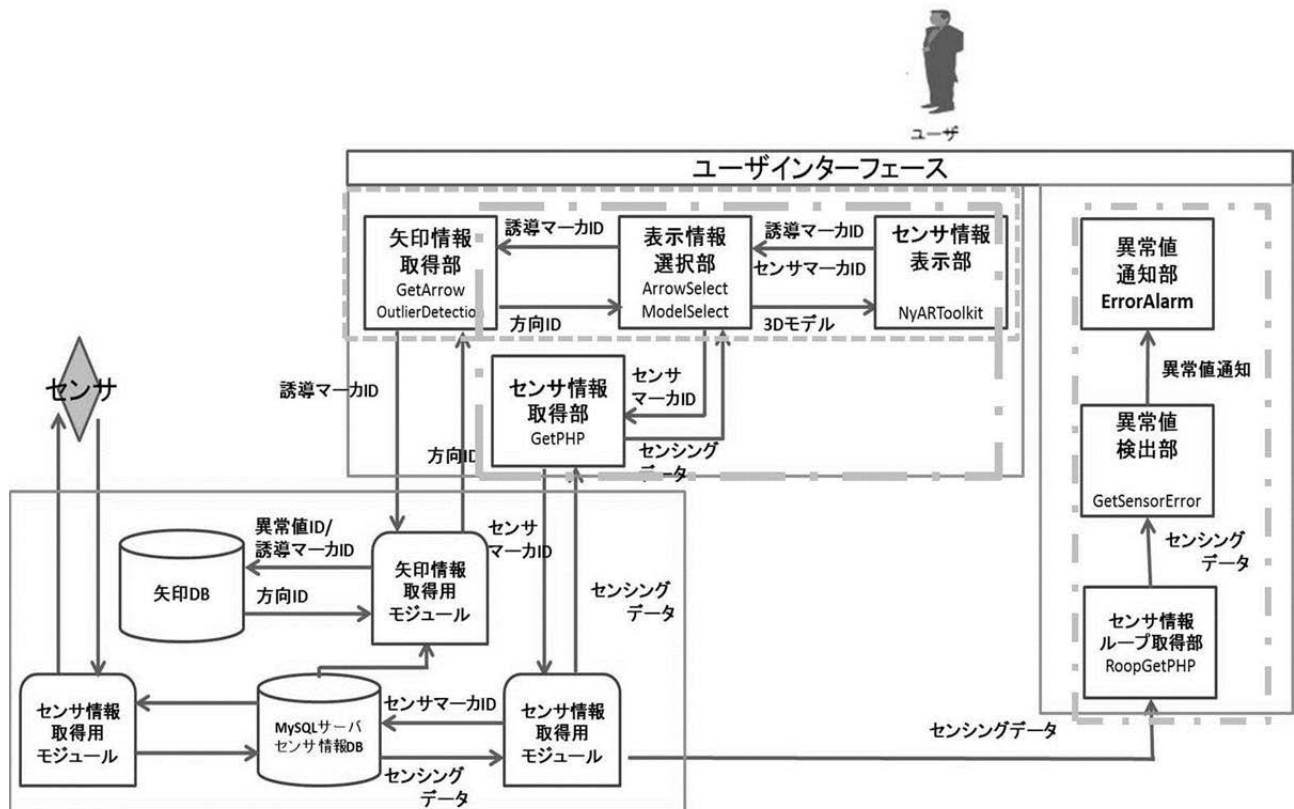


図1. 提案するシステムの構成図.

が、取得している情報がどのセンサノードの値なのか、何の情報であるかという事を視覚的に把握することは難しい。また、遠隔地からセンサデータを取得し把握するためには有効であるが、作業現場でリアルタイムな情報を知りたい場合には有効であるとは考えにくい。

## 2.2 センサ情報可視化システム

農場従事者が、センサ情報を直感的に把握できるシステムとして、フィールドにおけるセンサ情報の直感的把握による作業支援システムの提案が行われている<sup>3)</sup>。このシステムは、農場にセンサノードを設置し、モバイル端末を介しAR技術によりセンサ情報を可視化することで、次に行う農作業のスムーズな選択を支援するものである。さらに、農場でのリアルタイムな情報を直感的に把握することを可能にしている。

しかし、このシステムでは、新規就農者が農場内の異常に気づくことが遅れる恐れがある。

## 3 提案手法

2.2より、農場のリアルタイムな情報を把握することが可能なセンサ情報可視化システムに、自宅にいても異常を検知でき、異常箇所まで農業従事者を誘導するシステムを拡張すれば、より新規就農者の作業を支援できると考えた。

そこで、本研究ではセンサ情報を可視化するシステム(センサ情報可視化サブシステム)をベースに、自宅にい

ても農場の異常を検知(異常状態検知サブシステム)でき、なおかつ、異常箇所まで農業従事者を誘導(異常箇所誘導サブシステム)する機能を拡張した、フィールドにおけるセンシング情報を用いた視覚的な誘導支援システム:ISSV(Induction Support System by Visualization)の提案を行う。

センサ情報可視化サブシステムと異常箇所誘導サブシステムは、端末から読み取ったビジュアルマーカに対応するセンシング情報をAR技術によって3Dモデルで表示する。このことにより、センシング情報を視覚的に把握しやすくする。また、異常状態検知サブシステムは、農場の異常を検知するとそのことを農業従事者に通知する。

このことから、農業従事者が農場の重大な変化にいち早く気づくことができる。例えば、農場内で著しく温度の低い場所を発見した場合、そのことを農業従事者に通知し、その箇所へ案内する。その後、ビニールが破れているのではないかと、水が浸水しているのではないかと等、何が原因として考えられるかを提示することで、次に行うことの優先順位を考える事ができるようになる。

本研究でAR技術を用いたのは、「マーカに端末をかざすとセンシング情報が表示される」という単純な動作であれば、新規就農者が新たに特別な操作を覚える必要がないと考えたからである。本研究は、農場フィールドを対象としており、取得するセンサ情報は温度センサを想定している。また、ISSVはモバイル端末上で使用することを想定している。モバイル端末での使用を想定したのは、現在で

は多くの人が所持使用しているため、新たに使用方法を覚える必要がないからである。

### 3.1 ISSV のサブシステム

本提案システムは、以下の3つのサブシステムを持つ。

- 1 センサ情報可視化サブシステム :SIVS  
Sensor Information Visualization sub System  
新規就農者でも、センシング情報を直感的に把握しやすくすることを目的にしており、2.2で紹介したシステムである。
- 2 異常状態検知サブシステム :DSAS  
Detection sub System of Anormalia Situation  
常にセンサの値を監視し、異常状態を検知するとアラームを鳴らし、農業従事者に異常を知らせるシステムである。
- 3 異常箇所誘導サブシステム :GSAP  
Guidance sub System to Anormalia Point  
AR 技術を用いて、農業従事者を異常箇所まで誘導するシステムである。

本提案システムは、上記の3つのサブシステムを組み合わせ、農業従事者の作物管理を手助け、異常検知を促し、異常箇所への誘導を行うものである。次節で各サブシステムについて説明する。

### 3.2 システムの概要

この節では、3.1で説明した各サブシステムについて説明する。図1に、提案システムの概要を示す。

#### 3.2.1 SIVS: センサ情報可視化サブシステム

センサ情報可視化サブシステムは、以下の3つのモジュールによって構成されており、図1の長鎖線で囲まれた部分に対応する。

- 1 センサ情報取得部  
予めセンサノードから DB サーバに格納しておいたセンサ情報をモバイル端末から取得するモジュールである。  
DB サーバに格納してあるセンサ情報は、Web サーバに置いているセンサ情報取得用モジュールにモバイル端末からアクセスすることで取得する。  
予めセンサノードにセンサ ID を付加しておく。またビジュアルマーカにも ID (センサマーカ ID) を付加しておく。
- 2 表示情報選択部  
取得したセンサ情報からどのような情報を表示するかを選択するモジュールである。  
本研究では、温度センサを対象としているため、取得した温度センサの値に対してどの色を表示するかを選択する。

#### 3 センサ情報表示部

表示情報選択部で選別されたデータを、モバイル端末のカメラ画面に表示させるモジュールである。

SIVS は、以下の動作手順でセンサ情報の可視化を実現する。

センサ情報取得部でセンシング情報を取得し、表示情報選択部で表示する情報を選択する。選択した情報をセンサ情報表示部でモバイル端末のカメラ画面に情報をオーバーラップする。

#### 3.2.2 DSAS: 異常状態検知サブシステム

異常状態検知サブシステムは、センシング情報を一定間隔で取得し、異常値を検知した場合、農業従事者に知らせるシステムであり、図1のみどりわく一点鎖線で囲まれた部分に対応する。

DSAS の動作手順を以下に示す。

まず、センサ情報ループ取得部が一定時間おきに Web サーバにあるセンサ情報取得用モジュールにアクセスすることでセンシング情報を取得する。

次に、異常値検出部で、取得したセンシング情報を一定値と比較し、その値を超えていたら、異常通知部でアラーム音を鳴らす。

#### 3.2.2 GSAP: 異常箇所誘導サブシステム

異常箇所誘導サブシステムは、異常状態を知らされた際に、農業従事者が簡単に異常箇所に辿りつけるようフィールド内を誘導するシステムで、図1の破線で囲まれた部分に対応する。

GSAP は、以下の3つのモジュールで構成されている。

- 1 矢印情報取得部  
どの方向の矢印を表示するかの情報を Web サーバ上にある矢印 DB から矢印情報取得用モジュールを介して取得する。  
各センサノードに ID を付加しているので、その ID と端末によって読み込まれたマーカの ID から矢印の方向情報が選択される。
- 2 表示情報選択部  
取得した情報から表示させる情報を選択するモジュールである。ここでは、矢印の方向情報を取得しているので、その情報からどの方向の矢印を表示するかを選択する。
- 3 センサ情報表示部  
表示情報選択部で選別されたデータをモバイル端末のカメラ画面にオーバーラップさせるモジュールである。

## 4 実装

SIVS に GSAP と DSAS の拡張を行った、ISSV の実装を

行った。

#### 4.1 システムの試作

開発に使用した言語は Java、PHP<sup>4)</sup> (Android SDK<sup>5)</sup> を含む)、開発ツールは NyARToolkit、センサ情報管理サーバは Apache2.2.20<sup>6)</sup> 及び MySQL5.1.58 で実現し、Android<sup>7)</sup> アプリケーションとして実装した。OS はそれぞれ、PHP 及びセンサ情報管理サーバは Ubuntu11.1 で実装し、Java 及び NyARToolkit は Windows7 上で実装した。システム試作のために、Android 搭載端末を使用し、温度データ取得用のセンサノードとして MicaMote<sup>9)</sup> を使用した。

SIVS 及び GSAP は、NyARToolKit 上に実装し、DSAS は、農業従事者が常に起動しておくことを想定しているのので、別のアプリケーションで実装し、バックグラウンドで処理を行うようにした。

#### 4.2 センサ情報の提示手順

まず、SIVS 及び GSAP センサ情報を DB から取得し、カメラ画面へオーバーラップさせるまでの情報提示手順を示す。

次に、DSAS がセンサ情報 DB からセンシング情報を取得し、アラームを鳴らすまでの手順を示す。

##### 4.2.1 SIVS 及び GSAP

- 1 センサ情報の表示  
センサ情報取得用モジュールによって、センサノードから取得した情報は、各センサノードに予め付加しておいたセンサノード ID 毎に DB で管理する。  
センサノード毎にビジュアルマーカを用意し、農業従事者が、ビジュアルマーカを読み込むとビジュアルマーカに対応づけられたマーカ ID を認識する。それをもとに、ノード ID の識別を行う。
- 2 表示する情報の選択  
DB から取得したセンサ情報から、どの画像をカメラ画面へオーバーラップさせるかを選択する。  
SIVS は、気温情報のみを扱う。  
例えば、予め 30°C 以上の場合は赤色と決め、各種 3D モデルを用意し、取得した温度が 30°C だった場合は、赤色の 3D モデルを選択する。  
また、GSAP では、異常箇所まで誘導する矢印の 3D モデルを用意し、取得した情報からどの 3D モデルをオーバーラップさせるかを選択する。
- 3 センサ情報のカメラ画像へのオーバーラップ  
取得したセンサ情報と対応する表示画像をカメラ画面へオーバーラップさせる。

##### 4.2.2 DSAS

- 1 センサ情報の取得  
ノード ID 毎に DB で管理されたセンサノードの値を、一定間隔で取得する。
- 2 異常状態の検知  
取得した値を、事前に登録した値と比較する。その値より取得した値が大きければアラームを鳴らす。  
今回は、気温情報のみを扱っている。例えば、登録する値を 30 度とすると、取得した値が 30 度を超えていたらアラームを鳴らす。

#### 4.3 実装画面

SIVS を実行した様子を図 2 に、GSAP を実行した様子を図 3 に示す。

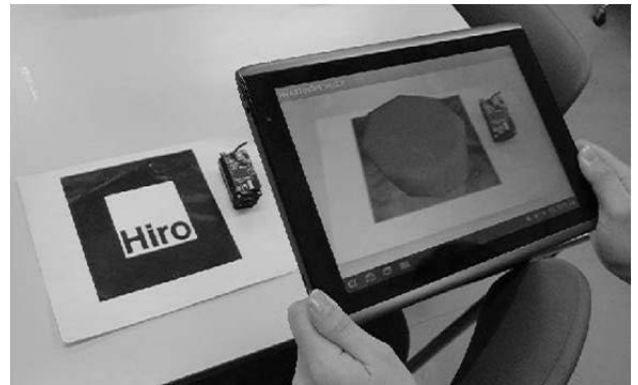


図 2. センサ情報可視化システムの動作例.

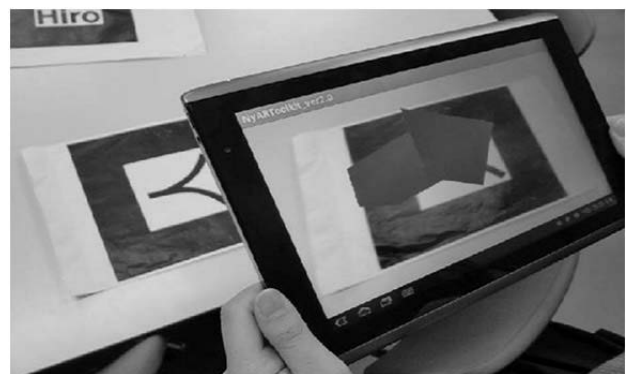


図 3. 異常箇所誘導システムの動作例.

## 5 評価

本提案システムの有効性を評価するために、大学生 52 人を対象にアンケートを行った。対象者に、4 章で試作した ISSV の概要を説明し、アプリケーション実行中のインターフェースを見せた後、12 項目のアンケートについて有効かを 5 段階で評価点数をつけてもらった。

それらを集計することで提案手法及び試作したシステムの評価を行った。

アンケート項目を以下に示す。

- 1 農作業の現場において、温度が目に見えることは有効だと思うか。
- 2 温度以外の情報が目に見えることは有効だと思うか。
- 3 温度などの情報が目に見えることで農作業を始めることへのハードルが下がるか。
- 4 センサ情報が数値ではなく、色や形状で表現されることが有効だと思うか。
- 5 経験の少ない新規就農者が農場を管理する場合に情報の視覚化が有効だと思うか。
- 6 広い農場内で GSAP は有効だと思うか
- 7 矢印の表示は有効だと思うか。
- 8 DSAS は、農作業の現場において有効だと思うか。
- 9 DSAS は、使いやすいか。
- 10 ISSV を用いて農作業を行いたい。
- 11 ISSV は使いやすいか。
- 12 自分の持っている端末に導入しても良いと思うか。

評価のために各項目ごとの平均点数を求める。

### 5.1 アンケートの結果

アンケートの各項目ごとの平均点数を表 1 に示す。

評価の基準を「4」とし、4 以上であれば有効である、4 より低ければ改良の余地ありと判断した。

表 1 をみると、項目 3、10、12 が評価の基準を下回っていることから、農業を始めるハードルを下げるに至っていないということがわかる。

しかし、全体的に評価の基準を越えている。このことから、農業支援に役立つ可能性があることが分かった。

特に、項目 1、2、8 が評価基準を大きく上回っていることから、センシング情報を視覚化することは有効なアプローチであることがわかる。

また、DSAS も同様に有効なアプローチである。

表 1. 各項目の平均点数 (単位: 点数) .

項目 1	項目 2	項目 3	項目 4	項目 5	項目 6
4.63	4.65	3.62	4.27	4.38	4.42

項目 7	項目 8	項目 9	項目 10	項目 11	項目 12
4.19	4.53	4.10	3.69	4.10	3.86

## 6 まとめ

本論文では、フィールドにおけるセンシング情報を用いた視覚的な誘導支援システムの提案を行った。

提案したシステムを試作・実装し、大学生を対象にアンケートを行った。

提案したシステムでは、農業を始めるハードルを下げられないことがわかった。しかし、気温情報などを視覚的に把握することや、自宅にいても異常事態を検知できることが有効であることがわかった。

### 参考文献

- 1) 世古将也：農家支援システムにおけるデータ閲覧 Web アプリケーションの開発, 国立鳥羽商船高等専門学校研究論文, pp.1-7, 2008.
- 2) 橋本直著：3D キャラクターが現実世界に誕生！ARToolKit 拡張現実感プログラミング入門, 株式会社アスキー・メディアワークス, 2008.
- 3) 井下善博: フィールドにおけるセンサ情報の直感的把握による作業支援システムの提案', 宮崎大学大学院工学研究科情報システム工学専攻修士論文, 2011.
- 4) P. Moulding : PHP プログラミング', 株式会社インプレス, 2002.
- 5) ANDROID developers : Android/ SDK, <http://developer.android.com/index.html>.
- 6) e-words.jp : Apache/ HTTP/ Server, <http://e-words.jp/w/Apache.html>.
- 7) 布留川 英一 : Android 2.1 プログラミングバイブル, ソシム株式会社, 2010.
- 8) 安生 真, 柴田 文彦, 藤枝 崇史 : 初歩からわかる Android 最新プログラミング, 株式会社インプレスジャパン, 2010.
- 9) Crossbow : Crossbow, <http://www.xbow.com/>.