原著論文

BIX イメージブローカシステムのための農作物画像 XML 規格の提案と P2P メッセージハンドラの開発

井口信和^{*1)}・元永佳孝²⁾・内尾文隆³⁾・二宮正士⁴⁾・亀岡孝治⁵⁾

¹⁾近畿大学理工学部〒577-8502 東大阪市小若江 3-4-1

²⁾新潟大学農学部〒950-2181 新潟市五十嵐 2 の町 8050 番地

³⁾和歌山大学システム工学部〒640-8510 和歌山市栄谷 930

⁴⁾中央農業総合研究センター〒305-8666 茨城県つくば市観音台 3-1-1

⁵⁾三重大学〒514-8507 津市栗真町屋町 1577

要約

本研究の目的は、BIX イメージブローカシステムによって交換される農作物画像と画像メタデータの XML 規格 (BIX-image) の提案と BIX-image データを P2P メッセージとして交換するための P2P メッセージハンドラ (BIX-P2P ハンドラ) の開発である。BIX イメージブローカシステムは P2P 技術を用いて、農業の現場で利用される様々なデジタル画像データの効率的な交換を目的として開発した情報共有システムである。本システムにおいて交換される画像および画像のメタデータは、P2P メッセージに組み込まれ、ノード間において交換される。本稿では、農作物画像に対して与えるべき属性情報を整理して、XML 形式で記述できる BIX-image 規格と、BIX-image データを P2P メッセージとして扱うための BIX-P2P ハンドラについて報告する。さらに、BIX-イメージブローカシステムの試作によって、有用なメタデータを付加した農作物画像情報を P2P のノード間で交換できることを確認した。

キーワード

農作物画像共有, XML, BIX, P2P

はじめに

農作物の画像データは栽培管理や栽培記録、生育レベルの診断、病害虫の診断などに利用されており、農作物の生産現場において、その重要性はますます高まっている。さらに、撮影した画像データに様々な属性情報を与えて記録することによって、より重要な情報を生産者に提供できる。また、これらの情報を生産者間で交換できれば、圃場の状態や栽培方法の違いによる生育状態の差などの情報を得ることが可能となる。

記録された画像および画像の付加情報であるメタデータを相互に交換し、情報を共有するためにはデータの規格化・標準化が必要である。このよ

うな考えに基づき、様々なセンサーから得られた情報を統括して扱うための XML (eXtensible Markup Language, Consortium World Wide Web 2004a) 形式データ交換規格として、BIX (Bio Information eXchange) が提案されている (Kameoka *et al.* 2002)。BIX では、フィールドサーバなどからのセンサー情報の他に、各種画像データのメタデータも議論の対象としている。さらに BIX のサブセットとして BIX-pp が提案されている (星ら 2003)。BIX-pp は、植物生産情報を XML で記述するための規格である。これに対して、本研究では、農作物画像とそのメタデータの XML 化を対象とする。画像のメタデータは画像の属性データであり、メタデータを利用することで使用者に対して、より有益な情報を与えることができ

*Corresponding Author

E-mail: iguchi@info.kindai.ac.jp

る。例えば、画像の検索時に、ファイル名だけでなく、農作物画像のメタデータとして定義した撮影場所、撮影日時を組み合わせることで、利用者が必要としている農作物画像を的確に検索することが可能となる。これにより、農業の現場で利用される様々な画像データの効率的な交換が実現できる。

本研究では、農作物画像の共有システムとして開発したBIXイメージブローカシステム（以下、BIX-IBS）(Iguchi *et al.* 2005, 井口ら 2006)において、交換する画像および画像の属性情報であるメタデータを整理し、XMLデータとするための規格をBIX-imageとして提案する。BIX-imageをBIX-IBSにおけるBIXのサブセットと位置付ける。さらに、BIX-imageをP2Pメッセージとして扱うためのP2PメッセージハンドラであるBIX-P2Pハンドラを開発した。

本稿では、まず、BIX-IBSの概要と、農作物画像のXML規格であるBIX-image規格、およびBIX-imageデータをP2Pメッセージとして交換するためのBIX-P2Pハンドラについて述べる。最後に、設計したBIX-imageとそれを扱うために開発した

BIX-P2Pハンドラの検証と考察について述べる。

BIXイメージブローカシステムの概要

BIX-IBSはP2Pの通信プロトコルにJXTA(Wilson 2003)を使用し、Java言語によって実装した。P2Pとは、多数のコンピュータを相互に接続して、ファイルなどの情報資源を共有するシステムである。本システムは、Javaが利用できる環境であれば使用可能であり、ユーザが使用するパソコンの機種、OSには依存しない。本システムは、Hybrid型P2Pであるため、ユーザが直接利用するノードであるBIX-NodeとインデックスサーバであるBIX-ISの2つから構成される。図1にBIX-IBSの概要図を示す。実線で囲んだ部分が本システムの基盤技術となる。点線で囲んだ部分は将来の拡張機能を示す。BIX-IBSは図1の実線部分に示すとおり、コンテンツである画像データは各ノードにおいて分散管理し、画像のメタデータはBIX-ISによって管理される。BIX-ISは、画像のメタデータのみを管理し、コンテンツは保管しない。画像データはノード間において直接交換

図1 BIX-IBSの概要図

される。画像データおよび画像メタデータは、XML 形式のデータとして P2P のメッセージにカプセル化してピア間で交換される。

次に BIX-IBS の動作フローについて説明する。ピアが BIX-IBS に参加する場合、まず BIX-IS による認証が実行される。ピアとは、すべての P2P ソリューションの基本処理単位のことであり、P2P ネットワーク上のノードを意味する(井口ら 2006)。認証を実行することで、特定のグループ間における安全な情報交換が実現できる。認証が正常に完了すると画像データの交換等の機能が利用可能となる。ピアが利用できる機能は、画像のメタデータの BIX-IS への登録、BIX-IS に登録した画像のメタデータの更新・削除、画像の検索および目的のコンテンツを管理しているノードへの画像転送の要求と取得である。

画像を取得したいユーザは、BIX-Node 上のインターフェイスを用いて、BIX-IS に対して画像の検索を要求する。BIX-IS は要求された条件に合致したメタデータがあれば、その情報をノードに返信する。BIX-IS から返信された情報は BIX-Node 上のインターフェイスに表示される。ユーザは、提示された情報に目的の画像が含まれていれば、その画像の転送を要求する。画像転送要求を受け取ったノードは、要求してきたノードに対して、目的の画像データを返信する。つまりノードとノードが直接通信することによって画像を交換する。

BIX-imageの提案とBIX-P2Pハンドラの開発

BIX-image規格

BIX-IBS では、インデックスサーバである BIX-IS が画像のメタデータの管理を担当する。本研究では、農作物画像に対して与えるべき属性情報を整理し、XML 形式によって記述することで BIX-image として定義する。表 1 に、農作物画像のメタ情報として整理した属性情報とその XML タグを示す。XML 形式とした理由は、XML が電子商取引などのデータ交換において標準的な書式として広く普及しているためである。

表 1 に示した項目は、BIX-IS に対して、画像情報を新規に登録する場合に使用する項目であり、ユーザは BIX-Node 上のインターフェイスからそ

れぞれの項目に登録する情報を記入する。これらはユーザが直接記入する項目である。必須項目は画像ファイル名のみである。ユーザが登録を要求すると、情報を登録したピアを識別するためのピア名とピア ID が追加され、ユーザが記入した項目と共に画像のメタデータが BIX-IS 上のデータベースに登録される。さらに、情報を更新した場合には、更新日を登録するためのタグが自動的に付加される。これらの項目を自動的に付加する機能を BIX-Node に実装した。表 2 に、登録時および更新時に自動付加される項目を示す。表 3 に、画像ファイルと分割に関する XML タグをまとめる。図 2 は、画像検索時に利用する GUI の画面を示す。GUI の各項目は表 1 および表 2 に対応している。

表 1 BIX-image の XML タグ (登録時)

XML タグ	説明
<filename>	画像ファイル名
<photo_date>	撮影日
<photo_place>	撮影場所
<comment>	コメント
<title>	表題
<mime>	MIME 種類
<crop>	作物種類
<photographer>	撮影者
<camera_identify>	カメラ識別番号
<camera_type>	カメラ種類
<temperature>	温度
<humidity>	湿度
<weather>	天候
<report_person>	報告者
<report_date>	報告日

表 2 登録時に自動追加される XML タグ

XML タグ	説明
<peer_name>	情報を登録したピア名
<peer_ID>	情報を登録したピア ID
<update>	情報を更新した日

表3 画像ファイルと分割に関する情報を表現するXMLタグ

XML タグ	説明
<picture>	画像ファイルおよびメタデータの組み込み
<picturemanage>	Base64 形式でエンコードした画像データ：画像データが存在する場合FNF：画像データが存在しなかった時OVER：画像データサイズが1.5MByte 以上あった場合
<partition>	nopartition：画像分割が無い場合partition：画像分割が有る場合okpartition：分割した画像の最後のメッセージの場合

図2 検索時のGUI(BIX-Node)

BIX-P2Pハンドラ

BIX-IBS では、ピア間の通信に JXTA のリゾルバサービスを使用した。リゾルバサービスでは、ハンドラと呼ばれる機能が交換されるメッセージを処理する。BIX-IBS において交換される BIX-image の各要素は、BIX 画像要求メッセージまたは BIX 画像応答メッセージに組み込まれて交換される。BIX 画像要求メッセージと BIX 画像応答メッセージは、リゾルバ照会メッセージおよびリゾルバ応答メッセージにカプセル化され、ピア間で交換される。BIX-IBS で扱う各メッセージは図3に示すとおりカプセル構造となる。

本研究では、BIX 画像要求メッセージと BIX 画像応答メッセージを含むリゾルバメッセージを処理するために、BIX-P2P ハンドラを開発した。BIX-P2P ハンドラは、BIX-Node と BIX-Node 間で画像を転送する機能を有する BIX_Node_Handler と BIX-IS と BIX-Node 間の通信に使用する BIX_NodeIS_Handler の2種を開発した。ここでは、画像の転送を実行する BIX_Node_Handler による Node 間での動作と BIX_NodeIS_Handler による IS・Node 間での動作について説明し、交換されるメッセージの代表的な記述例を示す。

図3 メッセージのカプセル構造

BIX_Node_Handler によるBIX-Node間通信

BIX_Node_HandlerによるBIX-Node間通信の動作手順を図4に示す。本研究で開発したBIX_Node_Handlerに関係するモジュールを表4にまとめる。BIX-IBSのノード間で交換されるP2Pメッセージは、リゾルバ照会メッセージとリゾルバ応答メッセージである。リゾルバ照会メッセージとリゾルバ応答メッセージは、BIX_Node_Handlerによって送受信される。リゾルバ照会メッセージとリゾルバ応答メッセージにはBIX画像要求メッセージとBIX画像応答メッセージがカプセル化されている。BIX_Node_Handlerはリゾルバメッセージから、BIX画像要求メッセージとBIX画像応答メッセージを取り出し、メッセージの内容に応じて、適切なモジュールにメッセージを渡す。

以下に図4における各モジュールの動作とメッ

セージの流れを簡単に記述する。各行頭の数字は図4中の数字を示す。

- ①各Nodeでハンドラを登録する。
- ②BIX画像要求メッセージ作成する。
- ③BIX画像要求メッセージをリゾルバ照会メッセージにカプセル化して送信する。
- ④BIX画像要求メッセージを処理する。
- ⑤BIX画像応答メッセージに格納する画像データをBase64形式にエンコードする。
- ⑥BIX画像応答メッセージ作成する。
- ⑦BIX画像応答メッセージをリゾルバ応答メッセージにカプセル化して送信する。
- ⑧BIX画像応答メッセージを処理する。
- ⑨BIX画像応答メッセージに格納されているBase64形式の画像データをデコードする。
- ⑩同ディレクトリ内に同ファイル名が存在する場合、ファイル名を変更する。

次にBIX画像応答メッセージの記述例を図5に示す。図5の例では、ハンドラの登録、交換される画像のファイル名、Base64形式にエンコードされた画像ファイルおよび画像分割に関する情報が記述されている。

図4 BIX-Node間での動作フロー

<pre> <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <!DOCTYPE jxta:ResolverResponse> <jxta:ResolverResponse xmlns:jxta="http://jxta.org"> <HandlerName> Handler } ハンドラの登録 </HandlerName> <QueryID> 0 </QueryID> <Response> <?xml version="1.0"?> <!DOCTYPE picture> <picture> <filename> tomato.JPG } 画像ファイル名 </filename> <picturemanage> /9j/4AAQSkZJRgABAQAAQABAAQ/2wBDABYPPEBMDYTHMYFYaIDYjIB4eIEIvMic2TkVSUUF (中略) QDNADSCDx+VR50c0CEw#6ZppUqcGgD//2Q== </picturemanage> <partition> nopartition } 画像の分割に関する情報 (分割なし) </partition> </picture> </Response> </jxta:ResolverResponse> </pre>	
	Base64 形式にエンコードされた画像ファイル

図5 画像応答メッセージの記述例

表4 BIX_Node_Handler に関係するモジュール群

モジュール名	機能
BIXQMsgPro	BIX 画像要求メッセージの作成と処理
BIXRequest	1) ハンドラの登録2)GUI からの要求にしたがって, リゾルバ照会メッセージを作成・送信する。2)BIXQMsgPro が作成したBIX 画像要求メッセージをリゾルバ照会メッセージにカプセル化して, 要求先Node へ送信する
BIXRMsgPro	BIX 画像応答メッセージの作成と処理
BIX_Node_Handler	1) リゾルバ照会メッセージとリゾルバ応答メッセージを処理する。2) 各メッセージにカプセル化されているBIX 画像要求メッセージとBIX 画像応答メッセージを取り出し, 適切なモジュールにメッセージを渡す。3)BIXRMsgPro が作成したBIX 画像応答メッセージをリゾルバ応答メッセージにカプセル化して, 要求元Node へ送信する。
BIXEncode	画像ファイルをBase64 形式にエンコードする。
BIXDecode	Base64 形式の画像データを元の形式にデコードして保存する
BIXPicName	ディレクトリ内に同じファイル名が存在する場合, ファイル名を変更する。

BIX_NodeIS_Handler によるBIX-IS・BIX-Node間通信

BIX_NodeIS_HandlerによるBIX-ISとBIX-Node間通信の動作手順を図6に示す。BIX-ISとBIX-

Node間で交換されるP2Pメッセージも、リゾルバ照会メッセージとリゾルバ応答メッセージである。リゾルバ照会メッセージとリゾルバ応答メッセージは、BIX_NodeIS_Handlerによって送受信される。

BIX-IS と BIX-Node 間では、画像のメタデータの新規登録・検索・更新・削除が実施される。つまり、BIX-Node からの要求（照会）に対して BIX-IS が応答する動作を繰り返す。まず、BIX-Node では、ユーザからの要求（登録・検索・更新・削除）を組み込んだリゾルバ照会メッセージを BIXNodeISQueryMsg で作成し、BIX-IS へ送信する。リゾルバ照会メッセージは、BIX-IS の BIX_NodeIS_Handler によって受信される。BIX-IS の BIX_NodeIS_Handler は、リゾルバ照会メッセージを解析して、IS-GateWay object を介して、Database object にアクセスする。Database object からの応答は、IS-GateWay object を介して、BIXNodeISResponseMsg に渡される。BIXNodeISResponseMsg は、応答結果をリゾルバ応答メッセージに取り込み、カプセル化する。リゾルバ応答メッセージは、BIX-IS の BIX_NodeIS_Handler から送信され、BIX-Node の BIX_NodeIS_Handler で受信される。BIX-Node の BIX_NodeIS_Handler で受信されたリゾルバ応答メッセージは、BIXNodeISQueryMsg で解析され、その結果を GUI に表示させる。

図6 IS-Node間での動作フロー

実験と考察

開発したBIX-P2Pハンドラによって、農作物画像の属性情報として整理した項目が正しく P2P メッセージに組み込まれ、インデックスサーバへの登録、画像の検索、交換等の動作を確認するための実験を実施した。

実験には今回定義した16項目を扱えるBIX-IS Ver.2を用いた。まず近畿大学内のLAN環境において、基本的な動作を確認するための実験を行った。次にインターネットを経由した実験を、新潟大学、和歌山大学において実施した。実験環境および交換用の画像は、前報(井口ら 2006)と同じものを用いた。近畿大学の研究室内では、バッファロー製スイッチングハブ (LSW-GT-8NSR) によってスター型トポロジーを構成し、インデックスサーバ1台とノード4台をツイストペアケーブル (100Base-TX, カテゴリー5) によって接続した。ノード間のスループットは約70Mbpsであった。インターネットを利用した実験では、それぞれの大学の対外線を用いた。各大学はSINET (<<http://www.sinet.ad.jp/>, 2006年4月1日参照) を利用している。交換用の画像として1600ピクセル×1200ピクセルでファイルサイズが約500キロバイトから約1メガバイトのサンプル画像を10種類用意した。実験に用いたサンプル画像の表示例を図7に示す。

実験は、以下の項目について正常に動作しているかを確認した。

図7 交換した画像の表示例

1. 画像の新規登録時に、すべての項目が正しくリゾルバ要求メッセージに組み込まれるか。
2. 上記リゾルバ要求メッセージが BIX-P2P ハンドラによって正常に受信されるか。
3. すべての項目が正常に BIX-IS のデータベースに登録されるか。
4. 画像の検索時に、ユーザが要求した検索項目が正しくリゾルバ要求メッセージに組み込まれるか。
5. 上記リゾルバ要求メッセージが BIX-P2P ハンドラによって正常に受信されるか。
6. データベースが正常に動作し、目的の応答が得られるか。
7. 画像の検索は、単一の項目、複数の項目の組み合わせ、および全ての項目の要求に対して、正常に動作するか。
8. 更新・削除は正しく動作するか。

最後に、ノード間において画像が正常に交換されるかを確認した。上記の項目について、複数のノードおよび画像データを対象に実験を行い、BIX-IS Ver.2による本システムの各機能は正常に動作していることを確認した。

農作物画像の属性情報として定義した BIX-image の項目を複数組み合わせで検索することによって、利用者が必要としている農作物画像のより詳細な検索が可能となり、農業の現場で利用される様々な画像データの効率的な交換が実現できる。今回定義した BIX-image において、項目 comment、項目 title、項目 camera_identity は、登録者が自由に記入できる項目となっている。項目 title によって、画像のグループ化が可能である。例えば、撮影場所と組み合わせることで、圃場の識別、圃場内での位置の識別、果樹の識別等への利用が考えられる。項目 camera_identity を利用することで、撮影したカメラのプロファイルを記録し、色補正などへの利用が可能となる。また、項目 comment は、簡単なメモ、作業日記の代用としての利用も考えられる。本研究において整理し、定義した農作物画像のメタデータによって、農作物画像に様々な属性情報を付加させることが可能となり、画像データのより有効な活用が可能となる。さらに、BIX-image は、拡張性を有しているため、将来項目を追加することによって、より詳細でかつ目的にあった検索が可能となる。

おわりに

本研究では、農業の現場で利用される様々なデジタル画像データの効率的な交換を目的として開発した Hybrid 型 P2P 情報共有システムである BIX イメージブローカシステムによって交換される農作物画像と画像メタデータを整理し、XML によって BIX-image として定義した。また、BIX-image データを P2P メッセージとして交換するための P2P メッセージハンドラ (BIX-P2P ハンドラ) を開発した。

本研究において、定義した BIX-image によって、農作物画像の様々な属性情報を記述することが可能であり、画像データのより有効な活用が可能となる。さらに、インターネットを経由した利用実験から、開発した BIX-P2P ハンドラによって、BIX-image データを P2P メッセージとして扱うことが可能であることを確認した。

本研究は、農作物画像の属性情報の整理と XML としての定義および P2P システムで扱うためのハンドラの開発を目的としたため、実際の農作物生産における有効性の検証はできていない。今後は、BIX-image の実際の農作物生産における有効性の検証と、BIX-image を XML Schema (Consortium World Wide Web 2004b) によって記述することで BIX-pp との連携を進める予定である。さらに、BIX-IBS と既存のネットワークサービスを連携させる機能を開発する。

謝辞

本研究の一部は、農林水産省委託 IT 研究プロジェクト「データベース・モデル協調システムの開発」の支援を受けて実施した。プロジェクト関係者各位に感謝いたします。

引用文献

- Consortium World Wide Web (2004a) Extensible Markup Language (XML) 1.0(Third Edition), <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-xml-20040204/>>, browsed on Feb.1, 2006
- Consortium World Wide Web (2004b) XML Schema Part 0: Primer Second Edition, <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-xmlschema-0-20041028/>>, browsed

on Feb.1,2006

Iguchi,N.,Y.Motonata, *et.al.*(2005)Image Broker System Using P2P Network for Exchanging of Agricultural Products Images, Proc. of the Information and Technology for Sustainable Fruit and Vegetable Production.

井口信和・元永佳孝・内尾文隆ら(2006)農作物画像共有のためのP2Pを用いたイメージブローカシステムの開発, 農業情報研究15(2):155-164.

Kameoka,T., M.Harada, *et al.*(2002)Accurate Sensing of Bioinformation by Optical Method with Multiband Spectra and Its Structured Data Handling, Proceeding of the 6th International Symposium on Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering:549-554.

Wilson,B.(2003)JXTAのすべて〜P2PJavaプログラミング〜,日経BP社, 東京, 465pp.

受付日 2006年3月17日

受理日 2006年4月11日

担当部会 情報工学部会

Proposed XML-based Standard of Agricultural Products Image for BIX Image Broker System and Development of P2P Message Handler

Nobukazu Iguchi^{*1)}, Yoshitaka Motonaga²⁾, Fumitaka Uchio³⁾, Seishi Ninomiya⁴⁾ and Takaharu Kameoka⁵⁾

¹⁾*School of Science and Engineering, Kinki University, 3-4-1 Kowakae, Higashiosaka, 577-8502, Japan*

²⁾*Faculty of Agriculture, Niigata University, 8050, Ikarashi 2-no-cho, Niigata 950-2181, Japan*

³⁾*Faculty of Systems Engineering, Wakayama University, 930 Sakaedani, Wakayama. 640-8510, Japan*

⁴⁾*National Agricultural Research Center, 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan*

⁵⁾*Mie University, 1577 Kurimamachiya-cho, Mie 514-8507, Japan*

Summary

This research proposes an XML-based standard, BIX-image, for agricultural product images and image meta data exchanged through the BIX Image Broker System.

In addition, we developed a peer to peer (P2P) message handler, BIX-P2PHandler, to exchange BIX-image data as P2P messages. The BIX Image Broker System is an information sharing system developed for efficient exchange of a variety of agriculture product digital image data using P2P technology. Images and their meta data are built into P2P message and exchanged between nodes. In the work reported in this paper, we

identified key attributes of agricultural product images, and defined a mapping of those attributes to XML as BIX-image. Moreover, we developed BIX-P2PHandler to transfer BIX-image data as a message between peer systems. In addition, we confirmed that we could exchange agricultural product image information between P2P nodes by developing a trial model of BIX-IBS.

Keywords

agricultural products image sharing , XML, BIX, P2P

^{*}Corresponding Author

E-mail: iguchi@info.kindai.ac.jp