

遠隔診断における注目領域観察時の利用を目的とした 全体画像と詳細画像の同時利用機能

Use of entire image and detail image function of teliagnosis observed region of interest

野口 卓馬†
Takuma Noguchi

井口 信和‡
Nobukazu Iguchi

1.はじめに

遠隔地間のコミュニケーション支援の一環として動画通信や画像通信が利用されている¹⁾⁶⁾。そこで我々は、動画通信を農作業支援に利用することに注目した。

農作業において、病害虫による被害は大きな問題である。これは、同じ農作物はある程度まとまった面積で育てるため、全ての農作物を病害虫によって失うこともあるからである。この対策として農薬を用いた害虫防除がある。農薬には様々な種類があり、駆除できる病害虫が異なる^{7), 8)}。つまり病害虫による被害は、専門的な知識と迅速な対策が必要となる。

このような問題を解決する手段の一つに動画通信システムを用いた遠隔診断がある⁹⁾。遠隔診断では農業者が、病害虫により被害を受けた農作物の動画を転送する。動画の受信者は病害虫の専門家である。専門家は動画から農作物の被害状況を把握し、適切な防除法を指導する。これにより、農業者は専門的な知識を持っていない場合でも、適切な害虫防除ができる。さらに、遠隔地から診断が可能であるため、専門家が現場に移動する時間を削減できる。このことから、現場に移動して診断する場合と比べ、迅速に害虫防除を実施できる。

遠隔診断は、通常以下のような手順で進められる。

- ① 農作物全体の被害状況を観察する
- ② 注目領域を指定する
- ③ 注目領域の細部を観察する
- ④ 注目領域が複数ある場合②に戻る
- ⑤ 適切な防除法を指導する

遠隔診断では、まず農作物の全体を撮影した動画(以下、全体画像)から被害状況を確認する。しかし全体画像のみの診断では、どの病害虫による被害かまでは特定できない。これは、農作物によっては被害状況が似ているからである¹⁰⁾。どの病害虫による被害であるかを特定するには、病害虫による被害部分(以下、注目領域)を拡大した動画(以下、詳細画像)を転送する必要がある。また、注目領域が複数ある場合、全ての注目領域を観察する。これにより、専門家は農作物がどの病害虫により被害を受けているか特定できる。そして、適切な防除法を農業者に伝える。しかし詳細画像で注目領域を診断している場合、専門家は農作物の全体像を把握できない。そのため、診断に不自由さを感じる。

†近畿大学大学院総合理工学研究科, Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology Kinki University

‡近畿大学理工学部情報学科, Department of Information School of Science and Engineering Kinki University

そこで本研究では、詳細画像による診断中に農作物の全体像を把握できる遠隔診断システム(以下、本システム)を開発した。本システムでは、一つのビデオストリームから詳細画像と全体画像の二つの動画を利用できる。これにより、注目領域観察時の不自由さが軽減できる。

2.関連研究

遠隔地から専門家が診断するシステムとして、遠隔医療診断がある。郷らの研究では、眼科を対象にしており、顕微鏡と CCD カメラを用いて二つの動画を転送している¹⁾。このシステムは、DVTS¹¹⁾を用いるため 25Mbps 以上のスループットが必要である。遠隔診断では、上記のスループットが出ないため利用できない。川村らの研究では、全体画像と注目領域を切り出した静止画により診断をしている²⁾。本システムは、全体画像と詳細画像を同時に動画として表示する。

QoS が保障されないネットワーク上で動画を転送する場合、ネットワークのスループットに応じて動画の転送量を変更する必要がある。動画の転送量を変更するには、フレームレートもしくは画質のいずれかを変更する必要がある¹²⁾⁻¹⁵⁾。フレームレートを落とすと、動画に滑らかさがなくなる。一方画質を落とすと、解像度の低い動画が転送される。本システムでは、動画の一部分の画質を変更できる。これにより、注目領域の品質を保ちながら動画の転送量を変更できる。

3.遠隔診断システム

本システムの構成を図 1 に示す。本システムは、動画転送システムと共に動作し、動画の受信状況の取得や設定の変更を実施する。動画通信システムは RTP/RTCP(Real-time Transport Protocol/RTP Control Protocol)を用いて動画を転送していることを前提とする。

送信者側では、Web カメラを用いて農作物を撮影し動画を転送する。受信者側では、受信した動画を観察することにより診断する。本システムは、全体画像と詳細画像の同時利用機能(以下、同時利用機能)、スループット計測機能、QoS 制御機能、録画機能から構成される。受信者側は図 2 に示すコントロールインターフェイスから各機能を使用する。

今回は、動画通信システムに vic¹⁶⁾を用いた。vic は RTP/RTCP(Real-time Transport Protocol/RTP Control Protocol)で動画を転送している。vic はコーデックに、階層符号化方式である PVH(Progressive Video with Hybrid transform)を実装している。階層符号化とは、画像を空間周波数に

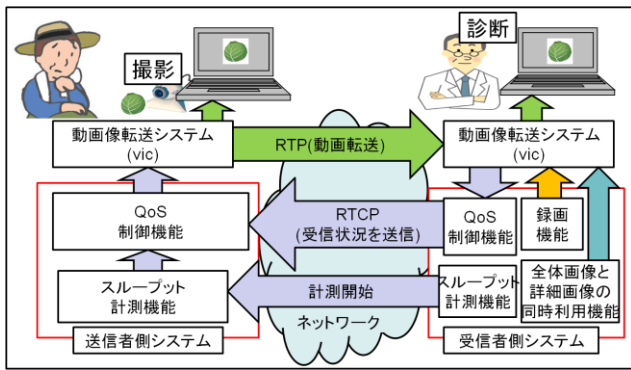


図 1.システム構成図

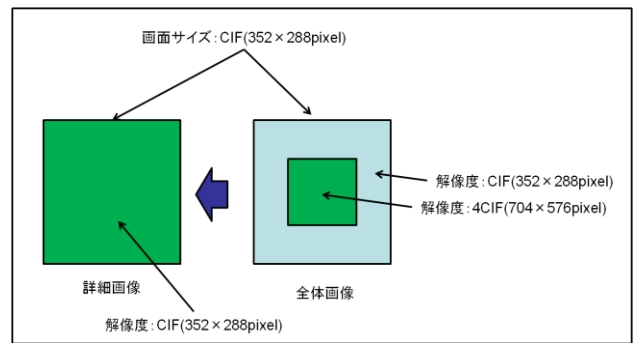


図 3.注目領域観察時の動画像



図 2.受信者側 GUI

分割し、復号する階層数に応じて画質が変化する符号化方式である。今回は、領域ごとに復号する階層数を変更できるように PVH を改良した。

3.1. 全体画像と詳細画像の同時利用機能

同時利用機能は注目領域を診断するときに用いる。本システムは、注目領域を診断するときでも、農作物の全体像を転送する。全体画像は注目領域とそれ以外の部分(以下、非注目領域)で異なる画質を設定する。注目領域を診断するときの動画像を図 3 に示す。本システムでは、注目領域は画像の中央に配置する。

例えば、CIF サイズの動画像を転送することを考える。このとき、画像の中央部分の画素数を周囲よりも高解像度の 4CIF で転送する。そして受信者側は、転送された動画像の中央部分を CIF サイズの別の動画像として表示する。動画像の中央部分は画像密度が高いため、注目領域の画質は保たれる。そして全体画像と同時に利用することで、専門家は注目領域観察時に農作物の全体像を把握できる。

3.2. スループット計測機能

動画像の転送量がネットワークのスループットを超える場合、動画像データが損失するため受信者側で動画像を再生できない。一方、動画像の転送量がネットワークのスループットを大きく下回る場合、低品質な動画像が再生されるため診断効率が下がる。そのため、ネットワークのスループットに適した転送量の動画像が必要となる。しかし専門的な知識のない農業者は、動画像をネットワークのスループットに適した画質とフレームレートに設定できない。

スループット計測機能は、動画像を転送する前に送信者と受信者間のネットワークのスループットを計測する。スループットの計測は、図 2 に示す受信者側コントロールインターフェイスの「スループット計測」より実行できる。スループットの計測には iperf を用いる。スループット計測機能では、送信者側システムと受信者側システムで自動的に iperf のコマンドが実行される。これにより、コマンドを入力することなく容易にスループットを計測できる。そして、計測結果をもとに動画像の画質とフレームレートを自動的に設定する。これにより、専門的な知識のない農業者がネットワークのスループットに適した動画像を転送できる。

3.3. QoS 制御機能

遠隔診断では、農業者が移動しながら農作物を撮影することが多いため、動画像の転送には無線 LAN が用いられる。無線 LAN は、有線 LAN と比較して電波状況によるスループットの変動が大きい。そのため、ネットワークのスループットに合わせて動画像の設定を変更する必要がある。QoS 制御機能では、スループット計測機能の計測結果や RTP パケットの欠落率からネットワークのスループットを計算する。そして、スループットに合わせて自動的に動画像の画質やフレームレートを変更する。動画像の設定変更方法は「全体画像の観察」と「注目領域の観察」の 2 つのパターンのいずれかを選択できる。

「全体画像の観察」は、遠隔診断の手順①で用いる。このパターンは、動画像全体の画質を変更する。「注目領域の観察」は、遠隔診断の手順②、③、④で用いる。こちらのパターンは動画像の一部の画質を変更する。「注目領域の観察」の動画像の画質変更方法を図 4 に示す。

「注目領域の観察」では、注目領域と非注目領域を図 4 のように分割する。スループットが低下した場合、非注目領域の画質を優先して落とす。非注目領域を分割することにより、スループットの低下率に応じて画質を落とす領域を選択できる。例えば、低下率が少ない場合は非注目領域 A のみの画質を落とす。低下率が大きい場合は、全ての非注目領域の画質を落とす。また、非注目領域の画質を全て落とした後にスループットが低下した場合、フレームレートを落とす。これにより、ネットワークのスループットに適した動画像を転送できる。

また非注目領域の画質を落としているとき、一定時間パケットに欠落がなかった場合、非注目領域の画質を戻

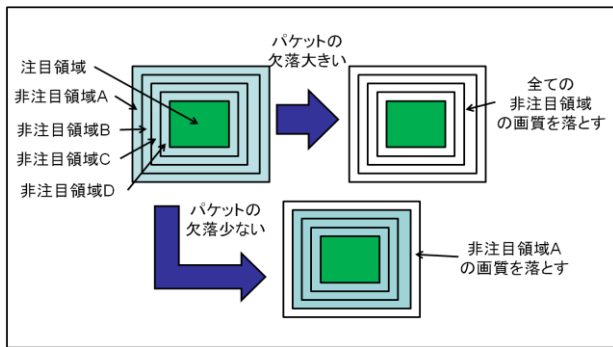


図.4「注目領域の観察」の動画像設定変更
 す。このとき、画質を落としている領域が複数ある場合、画質を落としている領域の中で一番注目領域に近い領域の画質のみを戻す。例えば全ての非注目領域の画質が落ちている場合、非注目領域 D の画質を戻す。そして、再び一定時間パケットの欠落がない場合、非注目領域 C の画質を戻す。この QoS 制御機能を用いることで、農作業者は動画像の設定を手動で変更する必要がなくなる。
 さらに2つのパターンを使い分けることにより、専門家は遠隔診断の段階ごとにネットワークのスループットに応じて最適な画質の動画像で診断できる。

3.4. 録画機能

本システムには録画機能がある。録画機能では、診断中の全体画像と詳細画像を録画できる。録画機能により、診断の様子や結果を記録として残すことができる。

4. 同時利用機能と従来の手法の比較

まず、同時利用機能を用いない場合を考える。この場合、農作業者はカメラのズーム機能を用いて詳細画像を転送し、専門家は詳細画像のみで診断する。このとき、農作物の全体像を把握できないので不自由である。さらに注目領域が複数ある場合、カメラを一度ズームアウトして農作物の全体像を転送し、注目領域指定後、再びズーム機能を用いて詳細画像を転送する。一方同時利用機能は、注目領域を診断する場合でも農作物の全体像を転送する。そのため、専門家は詳細画像で診断している場合でも農作物の全体像を把握できる。さらに同時利用機能では、全体画像と詳細画像が共に表示されている。これにより、農作業者がカメラのズームアウトをすることなく、専門家は次の注目領域の場所を指定できる。

次にカメラを二台用いる場合を考える。この場合、一台は農作物の全体像を転送し、もう一台はズーム機能を用いて詳細画像を転送する。こちらの手法も同時利用機能と同様に専門家は全体画像と詳細画像を同時に利用できる。そのため、農作業者がカメラのズームアウトをする必要がない。しかし、この手法は全体画像と詳細画像を二つのビデオストリームに分けて転送している。そのため、動画像に遅延が発生すると、二つの動画像に時間のズレが生じる。またカメラを二台使っているため、同じ角度から詳細画像と全体画像を転送できない。一方、同時利用機能は、一つのビデオストリームから全体画像と詳細画像の二つの動画像を表示している。そのため、二つの動画像は時間の同期が必ず取れている。さらに一台のカメラで注目領域を中央部分にして撮影するため、二つの動画像の角度は同じであり、全体画像では注目領

域の周りの動画像が表示される。これにより、専門家は二つの動画像の時間同期を取る必要がなく、注目領域の周囲の状況を詳細画像と同じ角度から観察できる。

以上のことから、同時利用機能は同時利用機能を用いない場合とカメラを二台用いる場合に比べ注目領域を観察する上で診断に適した動画像を表示できる。

5. 動作検証

動作検証では、注目領域を観察しているとき意図的に動画像にパケットロスを発生させ、パケットの欠落率に応じて非注目領域の画質が変更されるかを確認した。パケットロスの発生には、Linux コマンドの tc(Traffic Control) コマンドを用いた。tc コマンドでは、帯域の制限やパケットロスの発生率を設定できる。

実験の結果、RTP パケットの欠落率に応じて、非注目領域 A から順に画質が落ちることを確認した。また一定時間パケットロスが発生しない場合、自動的に非注目領域の画質が戻ることを確認した。さらに、全体画像の中央部分の画質が非注目領域に比べ高品質であることも確認した。

6. おわりに

本稿では、遠隔診断における注目領域観察時に利用する同時利用機能について述べた。遠隔診断では、注目領域を診断する場合、農作物の全体像を把握できない問題がある。同時利用機能を用いることで、専門家は詳細画像で診断している際であっても農作物の全体像を把握できる。また非注目領域の画質を落とすことにより、ネットワークのスループットによって動画像の転送量を変更できる。これにより、無線 LAN のようなネットワークのスループットが不安定になる環境であっても、スループットに適した画質で遠隔診断を実施できる。

さらに同時利用機能は、従来の方法よりも注目領域観察時に診断に適した動画像を専門家に表示できる。以上のことから、同時利用機能は遠隔診断に適していると言える。今回は、階層符号化である PVH が実装されている VIC を動画像通信システムに用いた。動作検証より、本システムが正常に動作したことを確認した。

今後は、同時利用機能を遠隔診断で用いて、実用面での有用性を示す予定である。

参考文献

- 1) 郷健太郎, 柏木賢治: 眼科遠隔医療システムの開発と運用, 情報処理 Vol.50, No.8, pp.782-788(2009).
- 2) 川村典敬, 米田裕也, 橋本浩二, 柴田義孝: トランスコーディング機能を用いた遠隔医療システムの研究, 情報処理通信学会研究報告マルチメディア通信と分散分野, pp.69-74(2003).
- 3) 村上昂, 飯田卓也, 片桐滋, 大崎美穂: 遠隔コラボレーションシステムのための映像伝送システムの開発とその遅延評価, 情報処理学会研究報告.GN, pp.1-8.(2013)
- 4) 大築彩, 井垣宏, 井上亮文: 遠隔ユーザ間の操作意図を送信可能なテーブルトップ間通信システム,

- 第 74 回全国大会講演文集, pp.351-353(2012).
- 5)坂本敦哉, 鈴木直義, 湯瀬裕昭, 渡辺貴之: スマートフォンを用いた複数作業者に対応した遠隔地間作業指示支援システム, 第 73 回全国大会講演論文集, pp.53-55(2011).
- 6)細谷英一, 橋本佐由理, 原田育生: 仮想空間環境の客観視映像を用いた遠隔講義システムとその評価, 情報処理学会学会誌, pp.2742-2756(2008).
- 7) 病虫害図鑑 - やまがたアグリネット,
<http://agrin.jp/cgi/ac2insect.cgi>
- 8) あいち病虫害情報,
<http://www.pref.aichi.jp/byogaichu/zukan.html>
- 9) 井口信和, 内尾文隆, 亀岡孝治: 農業情報のための動画像通信システムに適した動的な画像制御機能, 農業情報利用研究会誌, 8(2)
- 10) 中西友章: スダチにおける果面食害虫の被害と防除対策, 今月の農業 45(2), pp.84-89(2001).
- 11) DV(Digital Video) over IP [DVTS],
<http://www.sfc.wide.ad.jp/DVTS/>
- 12) 廣本正之, 筒井弘, 越智裕之: メディアストリーミングにおける高速移動通信網に適した動的符号レート制御機能, 情報処理学会論文誌 Vol.50, pp.2532-2542(2009).
- 13) 高畑一夫, 内田法彦, 柴田義孝: 無線ネットワークにおけるマルチメディア通信のための QoS 制御, 情報処理学会論文誌 Vol.44, pp.580-586(2003).
- 14) Rohit Puri, Kang-Won Lee, Kannan Rahandran: An Integrated Source Transcoding and Congestion Control Paradigm for Streaming in the Internet, IEE Trans.Multimedia, Vol.3, No.1, pp.18-32(2001).
- 15) 原俊英, 松井 優詞, 中沢実, 服部進実: アクティブネットワークによる映像メディア QoS 制御方式の構築, 情報処理学会研究報告.マルチメディア通信と分散処理報告, pp.109-114(2001).
- 16)UCB/LBNL, Video Conferencing Tool (vic):
<http://ee.lbl.gov/vic/>