

論文の内容の要旨

論文題目 : A Study on Networked Image Sensing
Using Smart Image Sensors
スマートイメージセンサを用いた
ネットワーク画像センシングに関する研究

氏 名 : 吳 明壽 (Oh, Myeongsoo)

センサネットワークにより、人間の生活を支援する研究はさまざまな形で行われているが、イメージセンサは直観的な情報取得が可能であるという点で、もっとも重要な情報取得手段の1つとして挙げられる。その反面イメージセンサは、センサネットワークによく使われている1次元のセンサと異なり、情報量が多く、同期を含む高度なコントロールが要求されることや、センサの数が増えるにつれて情報量が増加し、それに伴うデータ転送や処理の問題がネットワーク部を含むシステム全体に影響を与えることが予測されるため、多数のイメージセンサで大規模のネットワークを構築するのは、容易でないと考えられる。しかし、大規模な画像センシングは、多数のイメージセンサを用いることで、1つもしくは少数のセンサでは得られない広い範囲に渡ってのデータ収集が可能になり、より効果的に正確な情報分析が行えると考えられるため、活発に研究が行われている。

近年注目を浴びているスマートセンサは、撮像面上における画像情報の2次元性を直接利用することで、高速並列処理及びセンサレベルでの情報量の削減が可能であり、ネットワークとシステムの資源を同時に節約できるため、大規模な画像センシングにおける有効な対策の1つと考えられる。そこで本論文では、多数のイメージセンサを用いてネットワーク画像センシングを行うとき、サンプリング可変スマートイメージセンサを用い、センサ群に対し選択的な動的サンプリングコントロールを行い、伝送効率を上げるとともに2次元情報である画像信号を1次元に走査・伝送する従来のシステムの形態では充分に対応

できない高解像度および高速撮像のイメージセンサを用いる場合にも対応出来るようなシステム作りを目指している。主な研究の成果は次のようである。

(1) センサからの伝送についての提案

センサとしては、CMOS タイプの撮像素子にサンプリング位置や空間解像度の制御機能を加えた、空間可変サンプリングスマートイメージセンサを採用している。プロトタイプセンサの解像度は 128x128 グレースケールで、サンプリングポジショニング用のメモリを動的に書き換えることで、選択された画素だけを読み出すことができるような機能を持っているので、次のようなシステムも可能となり、その現実的な利用を検討している。センサからのデータを削減するために本システムで使われている主な伝送形態は次の 2 つである。

- 空間解像度制御：興味のある部分（例えば、動きのある部分）を検出し、その部分には高い解像度を、その周辺には低解像度を与え動的に空間解像度を制御することができる。解像度の値はセンサからの画像データをもとに動的に変えられる。
- 時間解像度制御：選択した部分は常に出力し、周辺は定められたフレーム毎に画素を選択して出力するなどして動的に空間解像度を制御することも可能である。

(2) ネットワーク画像センシングのためのプラットフォームの試作

本システムに使われているセンサの出力は、アナログ信号であり、ネットワーク対応のインタフェースを作るためには、AD 変換をはじめサンプリング制御信号発生装置、動的なサンプリング制御用プログラムを組込むためのメモリなどが必要となるため、ネットワークインタフェースを含むプロトタイプセンサノードを試作した。OS としては、Flash Memory (32M) に組み込まれている NetBSD でユーザー登録などのセンサノードのリモート管理を行っている。CPU は SH4 RISC チップ (167Mhz) を使い、ノード全般の制御や簡単な画像処理を行っている。スマートセンサコントロールのための信号パターンを作るプログラムは、ノードが起動するたび FPGA にロードされるので、プログラムを書き換えれば別のスマートセンサにも対応できる。すべてのセンサノードは IP アドレスで管理され、どこでも必要なセンサがアクセスできる。そして、IP アドレスを与えるだけで簡単にセンサを増加することができる。本システムは柔軟なスケーラビリティを持っているため、多数のイメージセンサにより広い視野が得られるため、さまざまな分野で応用できる。

(3) ネットワーク画像センシングシステムの試作

センサノードとホスト間の通信は、クライアント/サーバーモデルに基づいたネットワ

ークプログラミングがベースになっている。センサノードはホストからの要求に応じて、センサからの画像データに選択された部分の空間情報やサブサンプリングレートに関する補助情報をヘッダーとして付けてホストに送るようにプログラミングされている。(1)で述べた時間解像度制御もセンサノードで行われている。ホストはセンサノードで時間的・空間的に制御された画像データを受信し、ヘッダーに基づき再構成する。複数のセンサからの画像ストリームはマルチスレッドとして扱われている。センサからのデータは同時モニタリングが可能であり、そのデータは第二次貯蔵媒体（例えば、ハードディスク）に貯蔵され、必要なとき興味のあるオブジェクトの空間的・時間的分析が行われる。

(4) 空間的・時間的イベント検出への応用

画像データから興味のあるオブジェクトを探し出し照合する従来の方法は、多数のセンサからの多量のデータをそのまま扱うため、システムの効率の面から見ると望ましくないと考えられる。本システムは伝送・貯蔵のときともに、選択されたオブジェクトの部分だけを主に扱うため、ヒストグラム照合などの分析に効率的な手段を提供している。レファレンス及テンプレート画像を入力することで、貯蔵されている画像データから適切な画像だけを探し、ある時間の間で発生したイベント（例えば、ある人物の動いた軌跡）の観察ができ、あらかじめ用意されたマップの上に簡単なサイトモデリングも可能である。すべての操作はGUIによって行われる。

ブロードバンド時代に向けて、超高速通信のための情報インフラの構築が着々に進んでいるが、ネットワーク資源の効率的な利用は、情報量の爆発が問題になっている今はもちろん、ネットワーク資源が無限に使えるものではない限り、この先でも重要な課題の1つであると予測される。本研究はまだ始まったばかりの研究で、実用的に使えるシステムとしては、ハードウェア・ソフトウェアともに補完すべき点もたくさんあるが、本研究の続きとして1つずつ解決しなければならない。