

ネットワークに対応した簡易型生産情報システムの研究

電子部 仮屋一昭，永吉弘己，久保 敦*

Study on simple product information system corresponding to the network

Kazuaki KARIYA, Hiromi NAGAYOSHI and Atsushi KUBO

工場等の製造ラインでは、製造工程を一元管理するための様々な生産情報システムが導入されつつある。しかし、実際の製造ラインでは、生産管理情報を伝達するための通信機能の無い製造装置が存在する場合があります。このような製造装置の管理は、従来どおり人手により行われている。通信機能が無くネットワークに接続不可能な従来型の製造装置等を、改造せずに表示盤または操作盤等をカメラで撮像し、表示される動作中/停止中、製造量等の情報を抽出してネットワーク上に送信するシステムの構築を目指し、低価格なUSBカメラを用いたシステムで実験した。数量表示及び状態表示の認識で定期的なデータ収集に利用できることが分かった。

Keyword：ネットワーク，画像処理，文字認識，USBカメラ

1. 緒言

工場での製造ラインでは、製造する製品の管理や製造装置の管理を行うために、現場担当者が定期的にデータの収集等を行っていたが、最近の製造装置はこれらの生産管理に関する情報をネットワークシステムを介して入出力が行えるような通信機能が付加され、自動収集が可能となっている。このため、製造工程の一元管理が行いやすくなり様々な生産情報システムが提案され導入されつつある。しかし、実際の製造ラインでは、通信機能の無い製造装置が存在する場合があります。このような製造装置の管理は、図1のように、従来どおり人手により稼働状況や生産数量などの情報を収集している。自動的にデータの収集を行うには製造装置の改造等が必要になり、機種によっては多大な設備投資を必要とする場合がある。本研究では、図2のように、通信機能が無くネットワークに接続不可能な従来型の製造装置等を、改造せずに表示盤または操作盤等をカメラで撮像し、表示される動作中/停止中、製造量等の情報を抽出してネットワーク上に送信するシステムの構築を目指した。

2. 製造装置等で表示される情報の種類

製造装置等の表示盤で表示される情報は大きく分けて、数量情報(例えば現在の生産量数、使用電力量など)と、状態情報(例えば現在機械が作動している状態か、停止中の状態かなど)である。数量情報の表示方法としては、7セグメントLED、液晶、回転式カウンタ等の数字を表示する方法と、針式メータなどの指針の位置で数量を表す方法がある。現在では、7セグメントLED等を用いて数字を表示する方法が一般的である。

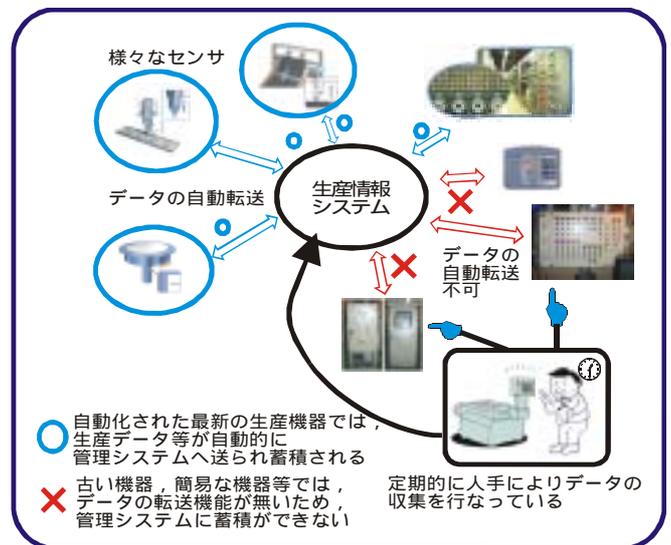


図1 現状の製造工程

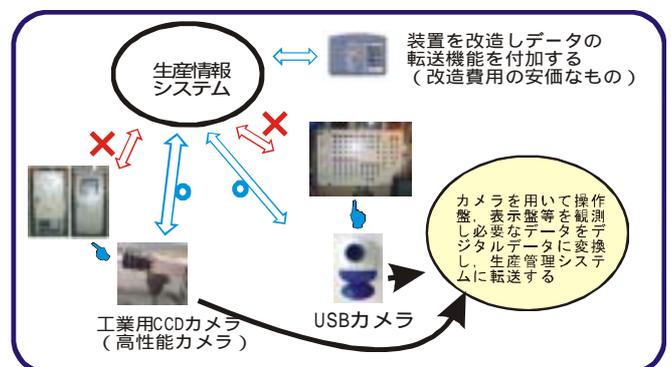


図2 カメラの利用方法

状態情報の表示方法はパイロットランプ（LED表示を含む）等を用い、光の点灯または消灯による表示が多い。操作盤等で装置の設定を行う場合は、テンキーによる数

*工業振興課

量の入力と、つまみ（ダイヤル等）の回転角度（回転量）を変えることで数量の入力を行う方法が一般的である。どちらの設定方法においても、数量をどのように設定したかを7セグメントLED等で表示している場合が多い。また、装置に付加された機能の起動や終了等の入力では、押しボタン式のON/OFFスイッチやトグルスイッチが用いられることが多く、状態の遷移が分かるようにパイロットランプ等で表示している場合が多い。これらは、表示位置の違いにより状態を表すか、色の違いにより状態を表している。

3. ネットワークの種類

従来は、工場内のネットワークで、特に製造装置等の生産管理用ネットワークにおいては、製造機器メーカ各社がそれぞれ個別のネットワークプロトコルにより各種装置を開発し、ユーザはそれらの限定された機器の中からセンサ、制御機器等を選択し製造装置等を製造するか、または主要装置を同一メーカに統一するなどが必要であった。

現在では、各メーカが採用しているネットワークのオープン化（INTERBUS, DeviceNet等）が進み、異機種、異メーカ間での通信が可能になりつつある。また、通信機能として汎用のネットワークプロトコル（TCP/IP等）を持つ機器も多くなってきている。このため、小規模のネットワークでは、生産管理専用の高度なネットワークや特殊なネットワークを構築しなくてもWindows環境のパソコン（Personal Computer：PC）を核とした汎用ネットワーク（TCP/IP）を用いて、製造装置等の制御やデータ収集が可能となってきた。

4. 実験の概要

実験では、図3のような7セグメントLED表示による数量表示（数量表示部）と、LEDによる状態表示（状態表示部およびボタン表示部）の認識を目的としたシステムを構築した。図4は、実験システムで、仮想の生産情報システムとして所内LAN（プロトコル：TCP/IP）を用いた。このネットワークに画像入力ボードと工業用CCDカメラ（工業用カメラ）を用いた画像入力システム（工業用カメラシステム）とUSB接続のCCDカメラ（USBカメラ）を用いたシステム（USBカメラシステム）を接続して実験した。製造装置の表示盤の代用としてマルチメータを用いた。表示盤の前に工業用カメラまたはUSBカメラを設置し、撮像した画像から、数量表示部、状態表示部、ボタン表示部をブロック分けし、画像処理により画像データから数値データへ変換後、ネットワークへデータを転送した。

5. 実験システム

工業用カメラシステムは、観測エリアが広範囲で比較的高速な処理を行うために用い、USBカメラシステムは、低

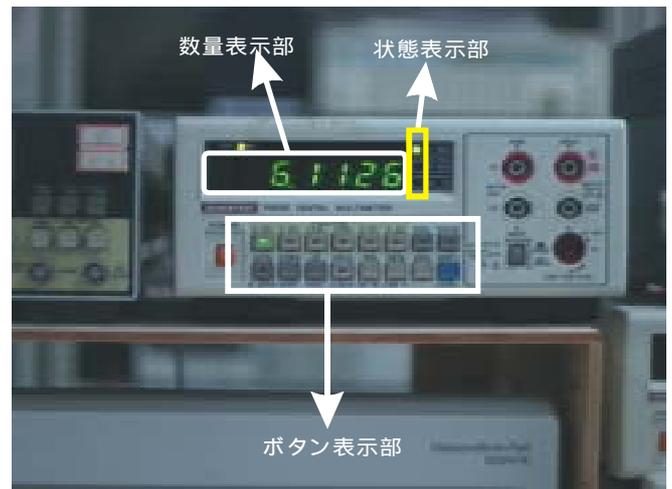


図3 数量表示と状態表示

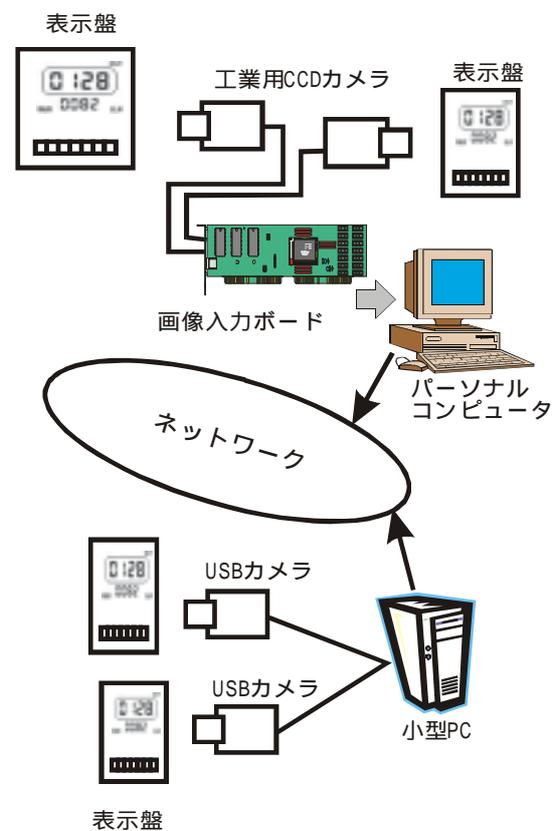


図4 実験システム

コストで構築できる簡易型のシステムとして実験システムを構築した。

5.1 工業用CCDカメラシステムを用いた実験

従来は、画像処理を行うために、工業用カメラと専用の画像処理装置を用いてシステム構築を行っていたが、最近では、PCの高速化に伴い画像入力ポートとPCを利用した画像処理システムを構築する機会が多くなってきた。本システムも画像入力ボードを用いた方法である。使用した画像入力ボードはcanopus社製 Power Movie PCIで開発ツールとして同社のPMP-DKIT2（開発用ライブラリ）を用いた。画像サイズは、640画素×480画素である。

図5は、工業用カメラシステムでデータ収集を行ってい

るところである。LEDによる状態表示では、問題なく状態の抽出が可能であった。また、数量情報の抽出では、工業用カメラとUSBカメラで同様の問題があった。この問題については、「5.2.3 数量表示から数値データの抽出」の項目で述べる。

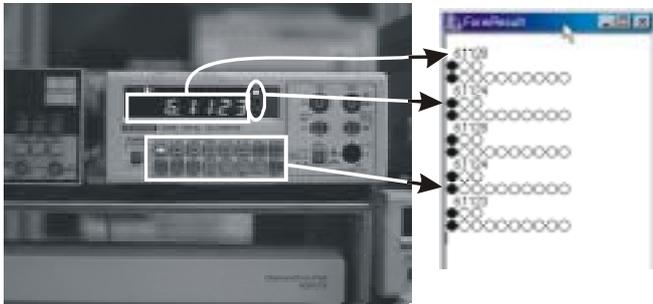


図5 工業用カメラシステムでのデータ収集の状態

5.2 USBカメラシステムを用いた実験

高速処理を必要としない定期的なデータ収集を行う目的で、USBカメラと小型PCを利用した低コストなシステムを構築した。

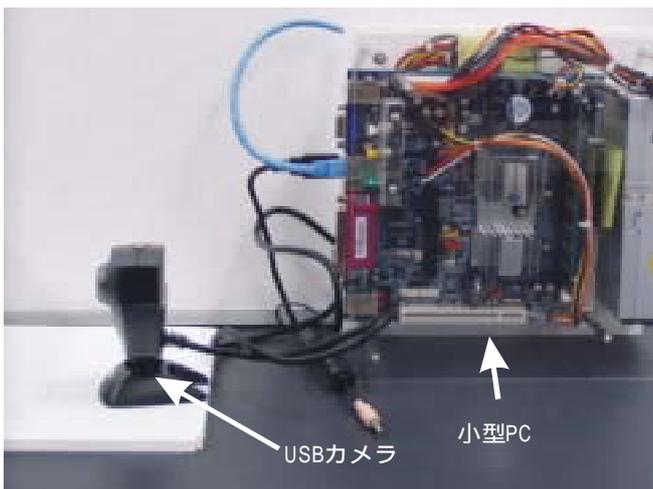


図6 USBカメラを用いた実験装置
 USBカメラ：IO-DATA製 USB-CAMCHAT
 小型PC：VIA EPIA-MC933

図6はUSBカメラシステムの実験装置である。工業用カメラは画像の伝送にNTSC信号を用いているため、直接PCに画像を入力できない。このために、図4のような画像入力ボード類を用いてPCに入力可能な信号に変換する必要がある。一方、USBカメラは、元来PCで利用するために開発されたカメラで、主にインターネット経由での遠隔地間画像通信に利用され極めて低コストである。問題としては、画像の転送速度が専用の画像入力ボードに比べ遅く、高速な画像処理には利用できないことである。しかし、定期的なデータ収集が目的のシステムでは、高速な画像入力機能は必要ではなく問題とならない。

使用した小型PCの緒言は表1のとおりである。特徴は、メインボードのサイズが縦横17cm×17cmと非常に小さく、

LAN, IEEE1394, USB及びS-VIDEO OUTを標準で装備していることである。また、USBカメラは複数台接続が可能である。

表1 PC Specification

Processor	VIA C3 Processor
System Memory	256MByte
Onboard LAN	10/100 Base-T Ethernet
Onboard 1394	IEEE 1394 Firewire
Onboard USB	USB 2.0 ports X4
Onboard TV Out	S-Video port
Form Factor	Mini-ITX 17cm x 17cm
HDD	2.5inch 40Gbyte
OS	Windows2000

図7は、USBカメラで近距離の表示盤を撮影したものである。図5の工業用カメラで撮影した画像では、レンズの収差がみられないが、図7では、画像周辺部でUSBカメラの収差(ここでは、タル型歪み)がはっきりと現れている。このため、収差の補正を行うか、収差を考慮した画像処理を行う必要がある。



図7 USBカメラで撮影した画像

5.2.1 USBカメラの制御

本システムのOperating System(OS)は、USBデバイスの使用が可能で、OSとして比較的安定しているといわれるMicrosoft Windows2000を用いた。

Windows環境のPCでは、USBカメラの制御方法が、Video for Windows (VFW)およびDirectShowの2方法がある。VFWは、Windows3.1の時代からの制御方法で、OLE Custom Control (OCX)等のコンポーネントをOSにインストールする必要がないため、本システムではVFWを用いた。表2に使用したUSBカメラの制御に用いたVFWのApplication Programming Interface (API)の主なものを示す。

表2 Video for Windows API

1	capCreateCaptureWindow
2	capDriverConnect
3	capSetCallbackOnFrame
4	capGetVideoFormatSize
5	capGetVideoFormat

5.2.2 画像からデータの抽出

USBカメラで取得される画像サイズは320画素×240画素で、初期設定時に領域分けした数量表示部と状態表示部で次の処理を行った。

5.2.3 数量表示から数値データの抽出

表示盤等の数量表示では前述したように7セグメントLEDを用いたものが多く、表示される文字の情報は、多くの場合0から9の数字, "+", "-", "の記号および小数点 "." である。また, 7セグメントLEDの形状は, メーカー間の差異は小さく, LEDの大きさと表示色が異なる程度である。文字認識の手法は, パターンマッチングによる手法, ニューラルネットワークを用いた手法等, 多くの手法^{1)~4)}が提案されている。本システムでは, 7セグメントLEDの表示が定型的事からパターンマッチングによる手法を用いた。

文字認識を行う画像は撮像タイミングにより, 図8のようにLEDの残光が撮像され誤認識する場合がある。例えば, 図8の正確な数値は, 11.6506であるが, 小数点第2位の"5"と小数点第4位の"6"には, 残光があり, 輝度(濃度値)によっては別の数字と認識される。図8では, "5"は正しく認識されたが, "6"は"8"と誤認識されている。工業用カメラでも同様の誤認識があった。

この誤認識を解決するため, 1回の計測時に複数回(奇数回)画像取り込みを行い, 認識した数値をソートし中央値を計測値とすることで誤認識が解決された。



図8 数字の変化時の画像

5.2.4 状態表示からデータの抽出

LEDおよびパイロットランプで点灯および消灯で状態表示する場合は, 設定された領域の画像濃度値を(1)式, (2)式で2値化し,

$$\text{濃度値} < \text{しきい値} = "0" \quad (1)$$

$$\text{濃度値} \geq \text{しきい値} = "1" \quad (2)$$

領域内の総画素数と(2)式の"1"の画素数の比で状態を判

定した。また, 色により状態を表す場合(例えば緑色:動作中 赤色:停止中 など)は, 取得した画像をR, G, Bの3種の画像に分解し, 状態を表示する色の違いが画像の濃度値の差として最大になるようにRGBの画像演算を行ったあと, 点灯および消灯で状態表示する場合と同様の演算を行った。

5.3 実験結果

「5.2.3 数量表示から数値データの抽出」で述べた解決方法により改良したUSBカメラシステムで計測器等のデータ収集を行った結果, 数量読み取りで問題となるような誤認識もなく, 状態表示も正確に認識できた。また, 工業用カメラシステムにおいても正確な計測が可能であった。工業用カメラシステムとUSBカメラシステムと比較した場合, 画像転送速度, 画質, 画像の安定さ, 画像の歪み, のいずれの機能および性能も工業用カメラシステムがUSBカメラシステムよりも勝っていた。この機能および性能の違いが顕著に現れる計測は, 両システムを用いて形状計測を行う場合が考えられ, 画像の歪み, 画質等の差で, 工業用カメラシステムが, より正確な計測が可能である。しかし, 本テーマのような数量の抽出, または, 状態の抽出などは, 撮像された画質の影響を受けにくく, 工業用カメラシステムとUSBカメラシステムの間で計測結果に違いは見られなかった。USBカメラをVFWで制御した場合の問題点として, 画像サイズが320画素×240画素(工業用カメラシステムでは640画素×480画素)と小さいため抽出できる情報量が少ないことである。

6. 結 言

リアルタイムに現場の状況を把握し判断を行うような高速な情報処理を行うには, 製造装置に専用機能を付加するための改造等が必要である。ところが, 定期的な生産情報データの収集等を行うシステムにおいては, 製造装置の改造や画像処理専用の高額な装置を導入しなくても, 目的に応じて工業用カメラシステムやUSBカメラシステムを用いることで, 安価なデータ収集システムを構築でき, 生産情報システムの一部分として導入が可能と思われる。

参 考 文 献

- 1)尾上守夫: "画像処理ハンドブック", 昭晃堂(1987)
- 2)江尻正員: "画像処理産業応用総覧【上巻】", フジテクノシステム(1994), 94
- 3)平野宏美: "Cでつくるニューラルネットワーク", パーソナルメディア, 1991
- 4)安居院猛ら: "C言語による画像処理", 昭晃堂(1990)