

ネットワークを用いた生産現場における情報処理技術の研究(まとめ)

大高理秀 若生進一 井坂昭雄*

1. はじめに

製造業を中心とした企業においては、生産拠点の海外展開や国内の経済不況などにより納期の短縮およびコスト削減への要求が年々厳しくなっている。さらに、近年の情報技術(IT/Information Technology)の発達、特にインターネット技術の加速度的な普及に代表される情報化社会への対応も迫られている。

ネットワーク技術を活用し、生産現場を含めた情報化(IT化)に適應することが、世界規模での受発注に対応できる、国際競争力を持つ企業に発展するための大きな課題の一つとなっている¹⁾。

2. 情報化における問題点

大部分の中小企業における生産現場の情報化は、経理部門あるいは品質管理部門などへのパーソナルコンピュータや市販ソフトウェアの導入などが一般的である。しかし他の部門との連携、特に生産現場を含めた企業全体での情報の一元化は進んでいない。このため情報化が進んでいる部門においてもその力が十分に発揮されているとは言い難い。

生産工程の最適化や在庫の適正化をERP(エンタープライズ・リソース・プランニング)やSCM(サプライ・チェーン・マネジメント)等の技術によって行うには、実際の生産現場で得られる情報が不可欠である。中小企業においては、機器類や計測器類のそれぞれ個別の自動化は進んでいるものの、機器間あるいは工程間情報を得る手段に乏しい。さらに、高度な技術を持った作業員による、マニュアル化されていない操作などの情報を正確に収集する手段は皆無である。

そこで本研究では、中小企業の実生産現場において従来取得が困難、あるいは不可能であった情報を正確に取得することに着目した。これらの情報をネットワーク上に反映させて一元管理することで、生産現場における情報化を進めることを研究の基本方針とした。

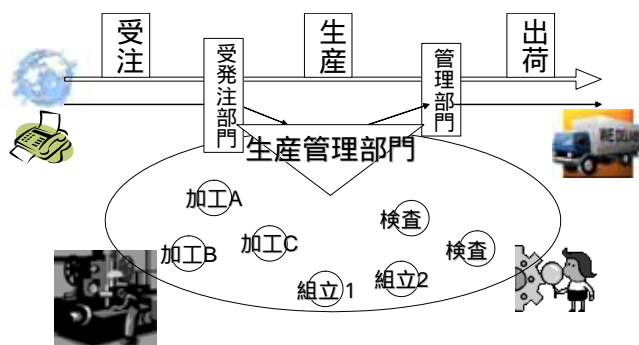


図1 一元化された生産現場の情報化

図1に示すように、設計や生産管理部門を含めた生産現場の情報を正確に取得しネットワーク上で利用できるようにすることで、生産現場以外の総務・営業部門などの部門とも情報を連携して扱うことが可能となり、企業全体としての力を引き出すことも期待できる。

3. 研究の方針

本研究は、当センターにおいて展開を進めている「ネットワーク技術、情報収集・情報処理技術」と、中小企業が独自に蓄積している「生産技術、生産工程管理技術」を結びつけ、生産現場における情報化(IT化)を行うことを基本方針とした。具体的には、生産現場の正確な情報を取得しネットワークに反映させることによって、中小企業における総合的な情報の一元化を目指す。

そのため、生産現場における情報の収集と管理のための要素技術の実装と、状況の変化に柔軟に対応可能な工程生成のためのアルゴリズムの開発を目標に、実験システムの構築と、各要素における実験を行った。

4. 研究結果

生産現場における情報の収集方法として、カメラ映像からの情報収集、柔軟に対応可能な工程生成技術として、工程シミュレーションプログラムの作成、作業者に工程の変更等の情報を伝達する方法として、試作した表示用インターフェース、搬送作業者との連携、ユーザ認証、設計データとの連携の技術について述べる。

4.1 カメラによる情報収集

4.1.1 カメラ映像からの色領域の抽出

工作機械の稼働状態を知らせる仕組みとして、状態表示灯が広く知られている(図2)。これは工作機械の故障などを各ランプの点灯、点滅などで知らせるものである。状態表示灯に直接結線し、その状態の変化を即座に把握することは容易であるが、機械への結線の手間や、配線の引き回しなどによる煩雑さといった問題がある。そこで画像処理を用いて特定の色の検出を行うことで状態表示灯の状態を取得することを試みた。



図2 状態表示灯

今回試作したプログラムでは、4台の工作機械を想定し、カメラを巡回させ入力画像に対して画像処理を施すことにより、状態表示灯の色の検出を行った(図3)。また、画像処理プログラム・mailサーバ・データベースを連携させることにより、異常発生時には、E-mailとWWW経由で確認できるようにした(図4)。

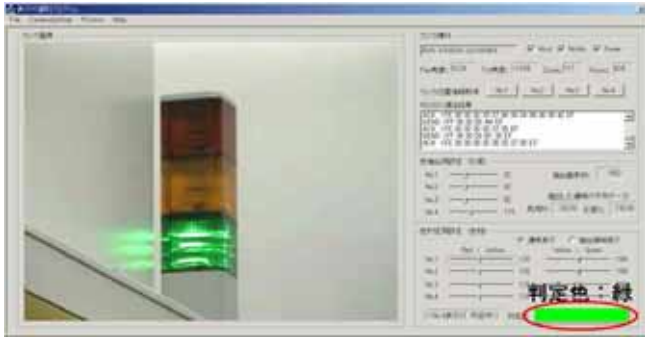


図3 カメラ映像と画像処理例

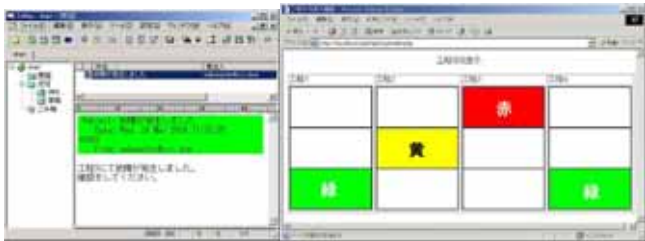


図4 E-mailとWWW経由による異常確認

4.1.2 背景差分による領域抽出

工作機械の稼働状態を知る他の手段として、作業者の動きを観察することを考える。例えば、工作機械に異常が発生した場合、作業者が機械の周辺に集まる可能性が高く、この時の作業者の動きを観察することによりこれを検知することが可能であれば状態表示灯からの情報と併せて、より詳細な状況判断が期待できる。

そこで、画像処理を用いて画像に変化のあった領域(今回は人物領域)を抽出することを試みた(図5)。これに動作解析を加えることで工作機械の稼働状況などを知る手がかりになると考えられる。また、侵入者の検知・追跡にも応用できると考えられる。



(原画像) (処理後)

図5 背景差分による異常検出

4.2 柔軟に対応可能な工程生成技術

4台の工作機械を想定した工程シミュレーションプログラムを作成した。段取り・加工時間を考慮して工程の状態が表示できる(図6)。工作機械がどのようなタイムスケジュールで、作業するかを図7に示す。また、特急品にも対応できるように特急フラグ項目を設定し、次の作業工程に切り替わる時には、作業待ちの中から特急品があるか検索し、特急品がある場合には特急品から作業を行うように設定することができる。

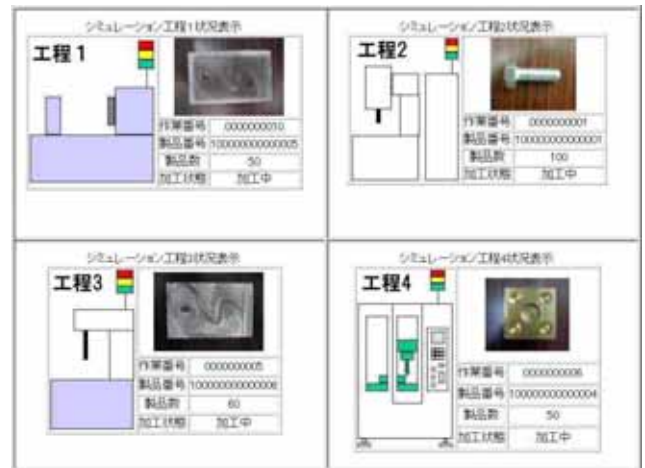


図6 仮想モデルによる工程の状況表示

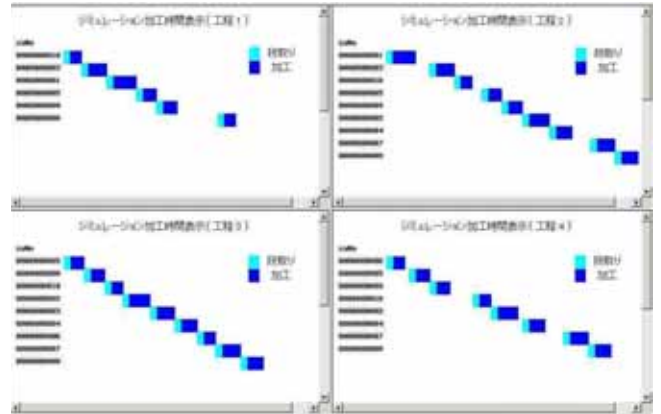


図7 仮想モデルによる工程スケジュール結果

4.3 表示用インターフェース

現在、中小企業の多くは紙ベースの作業指示書が多く、特急品などの工程変更がある場合、管理者が生産現場を回り指示するという現状がある。また、作業報告は、日に数回まとめて行う為、工程の状態を把握するのにタイムラグが発生している。そこで、作業員へ工程の変更等の情報を伝達することと、作業員が管理部門へ作業報告を迅速に行うことを目的として試作した表示用インターフェースについて述べる。

この表示用インターフェースは、ネットワーク上の端末のWebブラウザから作業指示の表示・作業報告の入力を可能にしたものである。管理部門では、図8に示す

ように全工程の状態を1画面で確認可能である。また、工程の変更指示もネットワーク経由で素早く伝達可能である。



図8 全工程状態表示

また、図9の搬送指示画面では搬送する内容を分かり易くするために部品の写真と搬送先を表示し、搬送指示を送ると同時に、後述する搬送作業車のスケジュール管理も行っている。



図9 搬送指示画面

さらに図10の工程指示画面では、作業する内容を分かり易くするために部品の写真と数量等を表示した。また、段取りや加工完了の入力を行えることにより各工程における作業の進捗状況が確認できる。完了後に不良数を入力することで完成品の数量を在庫管理データベースに反映させている。また、不良数のデータは各工程毎の不良率として分析することで今後の作業の効率化に役立てることができる。



図10 工程指示

各画面における指示は、指示を送った時間と共に履歴としてデータベースに記録し、不具合が起きた場合のメンテナンスを行う際にログ(記録)として利用することができる。特急品については作業データに特急フラグがあるかどうかで判断し、フラグがあった場合は、その作業を通常作業よりも優先させるようにした。

また、複数ユーザの利用を想定し、同時アクセスによる同一データの変更を避けるため、各画面での指示によるデータの変更は図11のような排他処理(トランザクション)により常に1ユーザのみを有効とし、データの変更もしくはキャンセルがあった後に次のユーザが変更できる方式とした。

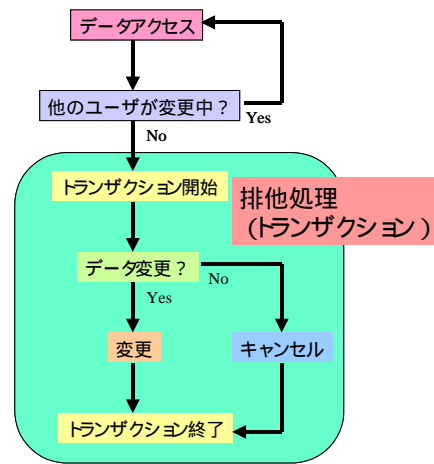


図11 排他処理(トランザクション)

4.4 搬送作業車 (Pioneer2)

各工程への搬送作業を自動的に行うロボットを想定し、搬送作業車 (Pioneer2) が PC からの無線通信を受けて特定の場所へ移動する搬送作業システムを構築した。表示用インタフェースの搬送指示画面から搬送指示が送られると搬送作業車のデータベースに各工程の位置情報が追加されていく。搬送作業車はこの位置情報を基に各工程間を移動する。移動命令は作業終了後に作業者が図12の画面上でチェックボタンを押下することで次の工程への移動が開始される。

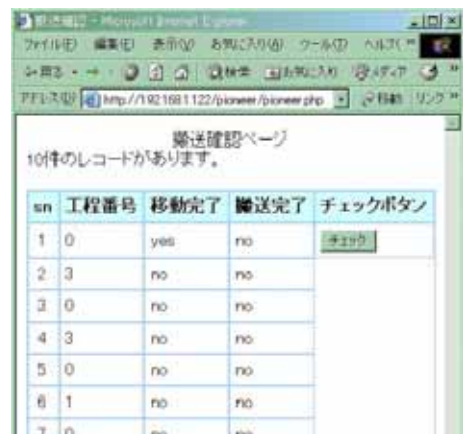


図12 搬送確認画面

4.5 ユーザ認証

表示用インタフェースシステムのセキュリティ性を高めるため、組込 Linux ボードと非接触 IC カードリーダー (RFID) より構成されるユーザ認証システムを構築した (図 13)。

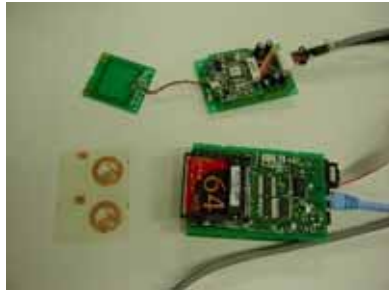


図 13 ユーザ認証システム

表示用インタフェースへのアクセス時に ID カード (非接触 IC カード) の提示を求め、RFID 基板のアンテナ部に ID カードをかざすことで、カード型 Linux サーバからイーサネット経由で接続した PC 上に図 14 のような画面が表示される。



(認証可)

(認証不可)

図 14 ユーザ認証

RFID はユーザ認証だけでなく、生産管理や検査工程における製品識別等にも応用できる。

4.6 設計データとの連携

NC 加工を行う場合、加工品の大きさ、冷却等の条件により NC 工作機械の選択や稼働条件として加工原点、工具長補正等の NC コードを追加する必要がある。

そこで、3次元 CAD データを元に CAM 用データ (NC データ) の作成方法について検討し、実際にモデルを加工して検討した。

NC 工作機械 A (MDX-650) と B (-T14iCs) を加工機械として主軸の最低・最高回転数、加工可能なサイズ、早送り速度等の機械の仕様及び、追加する NC データのフォーマットをデータベース化し選択できるようにした。工作機械の選択は、NC データ作成時にオペレータが指定する。作成したデータはネットワークを介して、工作機械に転送し、加工実験を行った。その結果を図 15 に示す。



図 15 加工品

5. まとめ

- 1) 作業者を主体とした、特殊な機械や複雑な操作を必要としない情報収集方法として、カメラ映像からの各種工場内情報の動的な取得方法に関する基礎実験を行った。
- 2) 工程シミュレーションを行うことにより、事前に、工程の状況やタイムスケジュールが確認できた。特急品にも対応できる工程シミュレーションができた。
- 3) 管理部門から作業者へ工程変更等の情報を伝達すること、作業者から管理部門への作業報告を迅速に行うことを目的として、表示用インターフェースを試作した。全工程の状態を確認でき、工程の変更も素早く伝達することができた。
- 4) その結果として、中小企業の生産現場における様々な情報をネットワーク上に正確に反映させること、その情報を用いて生産工程を効率化することが可能であることを確認した。

6. 今後の展開

将来的には、これらの要素技術を結びつけることで、情報化されていない機器が多く存在する中小企業においても、より良い生産工程を容易に生成することが可能となる。また、リアルタイムに変化する生産工程をネットワークを用いて管理することが可能となり、インターネットを介した受発注や、特急品などの割り込みに対しても柔軟に対応が可能となる。

これらの有効な技術を活用し、中小企業の生産現場における IT 化の支援を行う。

最後に本研究にあたり、平成 13 ~ 14 年の 2 年間に画像処理関連技術を研究して頂いた当時流動研究員の川原慎太郎氏と情報関連技術を研究して頂いた当時流動研究員の糸賀裕弥氏に深く感謝致します。

参考文献

- (1) 秋葉雅夫, 佐久間章行, 高橋弘之, 吉田祐夫: 生産管理 (改訂版), 日本規格協会経営工学シリーズ, 1987 年
- (2) 西岡靖之: Advanced Planning and Scheduling 先進的スケジューリングで生産の全体最適を目指せ!, 日本プラントメンテナンス協会, 2001 年