

## リアルタイム画像処理技術の鉄鋼プロセスへの適用

Development of Automatic Observation System by  
Applying Video-rate Image Processing to Iron & Steelmaking Process

新日本製鉄(株) 八幡製鉄所 山本 孝則\*

## 1. はじめに

今日、鉄鋼プロセスの省力化はコンピュータの普及により急速に進展しているが、人間の目視に頼る部分は性能・価格等の点で問題を残し、未だ自動化には至らないケースが多い。しかし、今後の抜本的省力化、製品品質向上の観点からは、設備の異常検出や高速ラインの疵検査といった分野の機械化が不可欠であると言える。

そこで、このような分野の自動化へ向けて、パイプライン処理が可能で、その構造(ネットワーク)を高速かつ柔軟に切換え可能な新しいタイプの画像処理装置を導入し、連続铸造プロセスを対象に適用開発を行った。本システムの特徴は、3つの監視領域(モールド内、ダミーバー巻き上げ・切離し、カッター)に各々ITVカメラを設置し、1台の画像処理装置で各領域の操業・設備異常をリアルタイムで自動検出するところであり、検出にあたっては認識対象に対するアルゴリズムを画像処理結果で自律的に選択するという点で人工視覚に極めて近いシステムとなっている。以下、当社八幡製鉄所第三製鋼工場No.1連铸機での本システムの適用結果について報告する。

## 2. 開発システムと適用結果

本システムの構成をFig. 1に示す。カメラは、1ストランド当りでモールド内監視用として浸漬ノズルをはさんで2台、ダミーバー巻き上げ・切離し監視用として1台、カッター監視用として1台の計4台設置している。各カメラの映像信号は、ビデオスイッチャーに入力され、ホストコンピュータからの切換え制御指令にしたがって選択的に画像処理装置に入力される。

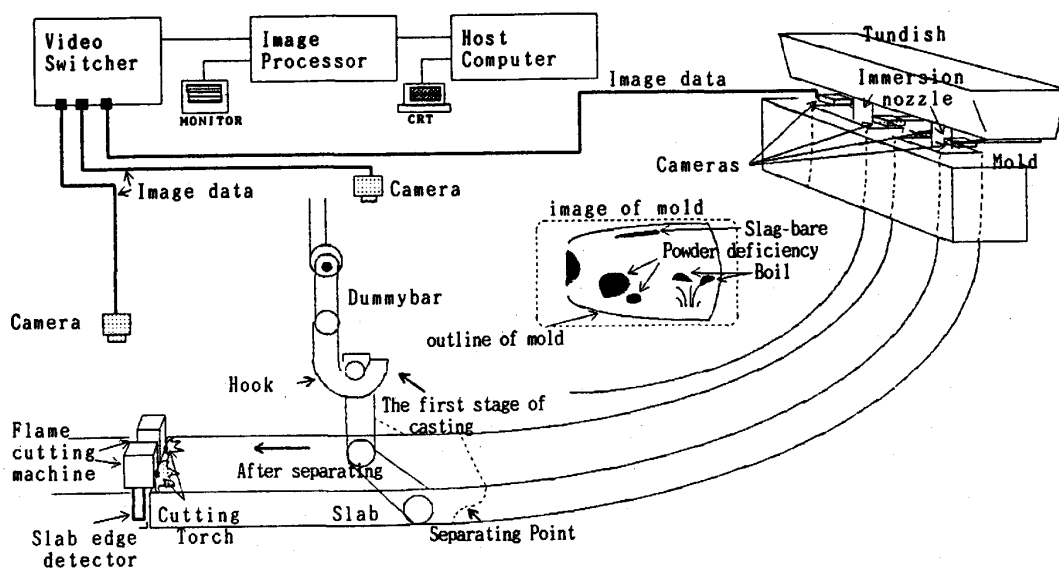


Fig. 1 Construction of video-rate image processing system

平成 3年11月 7日受付 (Received Nov. 7, 1991)

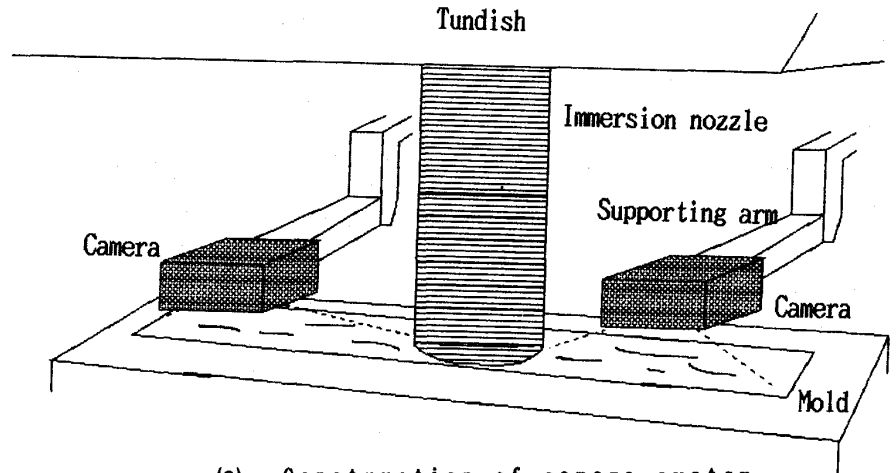
\* Takanori Yamamoto (Yawata Works, Nippon Steel Corp., 1-1 Tobihata-cho Tobata-ku Kitakyushu 804)

2・1. 時々刻々と変化する事象の高速監視技術の開発

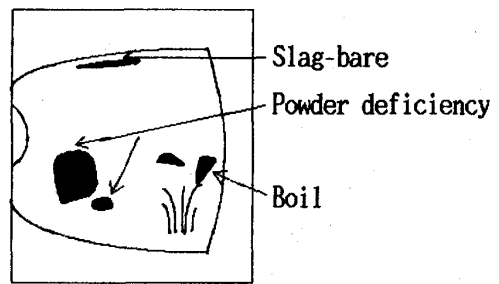
各エリアにおける監視の自動化を図るには、信頼性の高い画像認識技術とリアルタイム処理が要求される。高度な認識を行おうとすると、処理内容が複雑化しリアルタイム性を損なう為、対象の特性に応じた最適な画像処理アルゴリズムの開発が大きな課題となる。以下では、各々の自動監視方法について報告する。

(1) モールド内監視

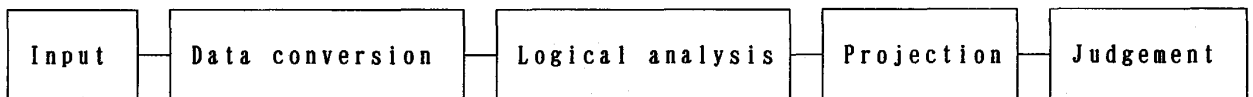
ここでは、Fig 2 (a)に示すように監視カメラを設置し、カメラヘッドは極端に狭い高温環境下におかれることから、コンパクト型断熱BOXを設計、冷却エアーを流す構造とした。また、近距離で広範囲を監視しなければならないことから、超広角レンズを使用したため同図(b)に見られるような画像周辺歪みが発生しているが、これに対しては、ソフト的に幾何補正を行うことで対処している。



(a) Construction of camera system



(b) Sketch of mold condition



(c) Flow of image processing

Fig. 2 Observation in mold

モールド内監視の対象としては、主要3項目を取り上げ開発を行った。

画像処理アルゴリズムの基本形は、同図(c)のようであり、適用の結果、

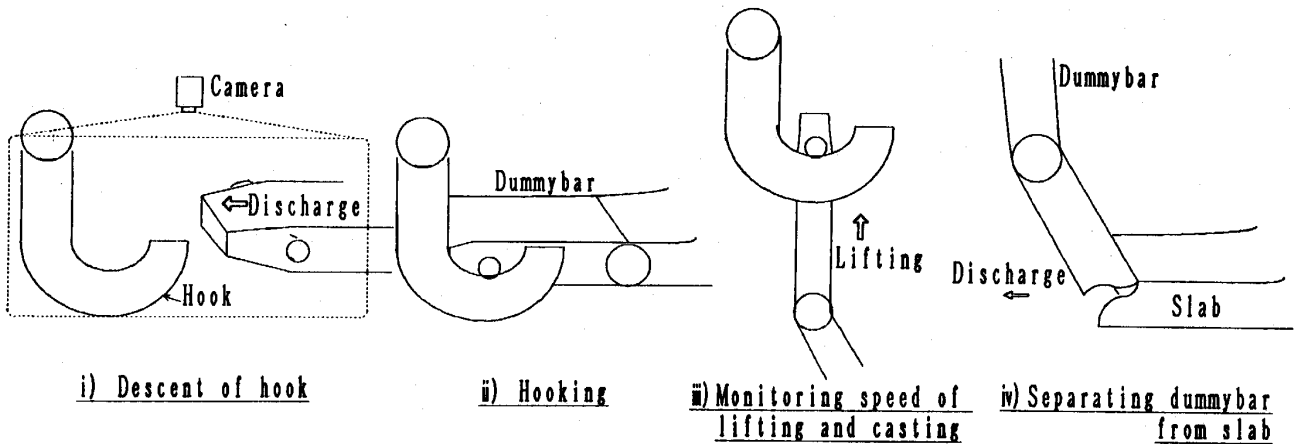
- ・ パウダー不足有無判断と不足箇所検出 (当社堺にて基本技術を開発)
- ・ スラグベア有無判断と発生箇所検出 (当社堺にて基本技術を開発)
- ・ ボイル発生検出

に対し、トータル80%以上の認識率を得た。

(2) ダミーバー切離し監視

当所、第3製鋼工場NO.1連铸設備でのダミーバー回収は、巻き上げ方式となっている。

Fig.3 (a)にダミーバー回収に関する監視項目を示す。ダミーバー切離しまでの一連の動きに対し、同図(b)に示すような画像処理アルゴリズムを適用することにより、100%に近い検出率で追跡・監視することができた。



(a) Items for observation of dummybar-receiving process

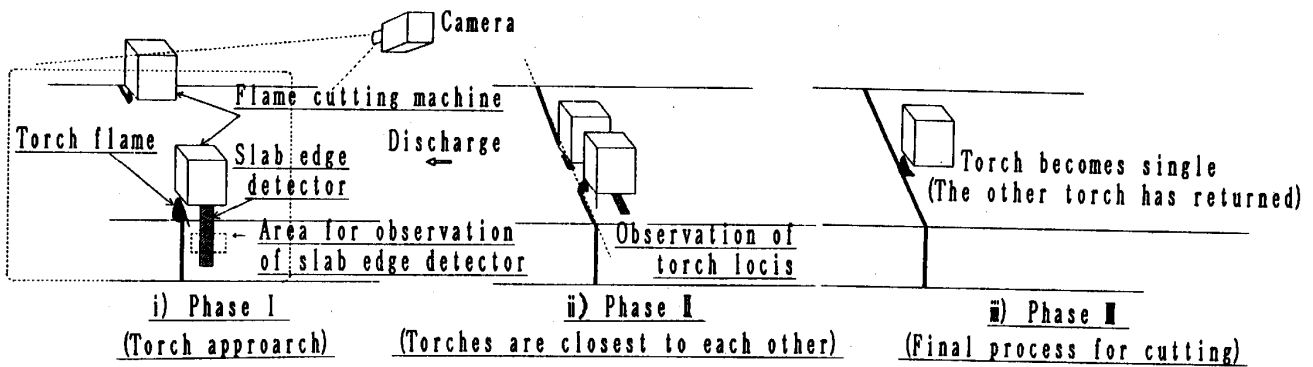


(b) Flow of image processing

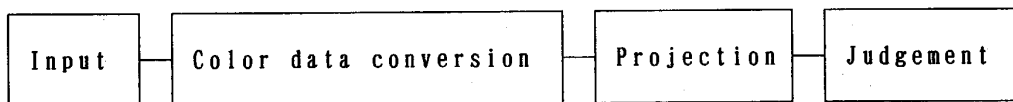
Fig. 3 Observation of dummybar-receiving process

(3) カッター監視

カッターの画像は無彩色画像であるが、炎または火花を確実にとらえることができるので、炎を抽出し、炎の状況とともに間接的に設備の監視を行うこととした。Fig.4 (a)にカッター監視項目を示す。カッター監視では、炎の数、位置から切断プロセスを3つに分け、認識している。



(a) Items for observing cutting process



(b) Flow of image processing

Fig. 4 Observation of cutting process

画像処理アルゴリズムの基本形は同図(b)のようであり、適用の結果、各フェーズとも90%以上の認識率を得ることができた。

## 2・2. 複数エリアのリアルタイム監視技術の開発

本システム開発のもう一つの課題は、前述した画像処理ソフトを自動的に切り換え、全体を1台の画像処理装置で監視可能とするシステムの構築である。切換え時間設定を最適化するため、監視エリア切換えと処理の更新を分けた自動監視スケジューラを開発し、複数エリア監視を実現した。つまり、各監視エリアの動作と必要監視間隔から、通常操業中はモールドを監視しておき、プロセスの情報(ダミーバー接近、カッター切断準備等)で監視場所を切換え、各エリアにおいては、画像処理結果から次の画像処理内容を切り換えるいわゆる自己完結的構造とした。本スケジューラを適用しての監視結果では、モールド内ボイル監視以外では、十分適用可能であることが分かった。

## 3. おわりに

本開発において我々は、モールド内挙動のように極めて複雑な動きを抽出・判定する処理やダミーバーのように微細な動きをとらえるもの、又カッターのように対象が不定形で自在に変形するものの判定、さらにはそれらを連続的に同時に判定するなど従来の画像処理アルゴリズムでは抽出・判定困難であった対象の認識に挑んだ。その結果、従来には無い自分自身の処理で次の処理を自己選択するいわゆる自律制御型画像処理を開発するに至った。これは、すなわち人間の視覚に極めて近いものであり、鉄鋼プロセスへの適合性の高い、人工視覚とも呼べるものではないかと考えている。

現在、鉄鋼業における操業の中には、自動化されているとは言いながら、高温・粉塵環境下における、人間の目視にたよらねばならぬ作業が、その環境が故に他の認識手段が無く残存している。これらの作業の自動化をしようとするならば、本システムのような人工視覚システムは必須であると言えよう。今後、連続鑄造プロセス以外のプロセスへも本システムの適用を広げ、さらなる自動化を推進する考えである。

最後に、本研究開発の推進にあたり、多大な御支援を頂いた共同研究者である富士通(株)殿に深く感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) 内藤, 伊東他: 第6回産業における画像センシング技術シンポジウム公演論文集(1991), P81
- 2) 第104回計測制御部会資料, 計制104-2-1(1991)