U.D.C. 658.562.64.011.56:〔681.772.7.014.3:681.323.05〕:
615.457.1.014.84

画像処理技術を応用した目薬検査システム

Inspecting System for Eye-lotion Using Image Processing Technology

河治満夫* *Mitsuo Kawaji*
臼井敏雄* *Toshio Usui*
日比野和雄** *Kazuo Hibino*
田中邦男*** *Kunio Tanaka*
中村雅人**** *Masato Nakamura*

従来，人間の視覚判断に頼っていた生産工程の自動化は，FAでの重要技術課題である。近年の画像処理技術の進歩は，画像処理を応用した視覚認識システムとして，FA分野に貢献しつつある。本稿で述べる目薬検査システムは，プラスチックボトル内の目薬の異物混入検査に画像処理を応用し，実用化した例である。

画像処理技術を導入する際に，技術的に課題となるのは，人の目に代わることができる認識能力及び実時間処理能力をもつことである。本稿の目薬検査システムでは，日立汎用画像認識解析装置HIDIC IPを適用し，高速画像処理による認識能力，処理能力の優れた自動化を実現することができた。

1 緒　言

目薬の異物※)混入検査は，製造工程の最終段階の工程であり，市場に出回る製品品質を左右する重要な工程である。偏平なプラスチックボトル中の目薬検査は，作業内容が複雑であり現在でも人手により行なわれていることが多い。このため生産性，品質の安定性，検査コストといった面で解決すべき課題をもっている。このような検査工程の合理化，省力化のための自動化を実現するうえで問題となるのは，実用的な処理能力を備えた異物の識別方法とその識別能力である。最近の画像処理技術の進歩により，こういった視覚判断を必要とする検査工程の自動化が，はじめて可能となった[1),2)]。

日立製作所では，日立汎用画像認識解析装置HIDIC IPシリーズ[3)](以下，H-IPと略記)を開発し，高速画像処理技術を応用した各種のシステムの需要にこたえてきているが，今回の目薬検査システムではHIDIC IP/10(以下，H-IP/10と略記)を適用し，人の視覚判断に劣らない識別能力と高速処理能力を備えた自動化を実現した。

本稿では，今回開発した目薬検査システムの概要，機能及び特徴について述べる。

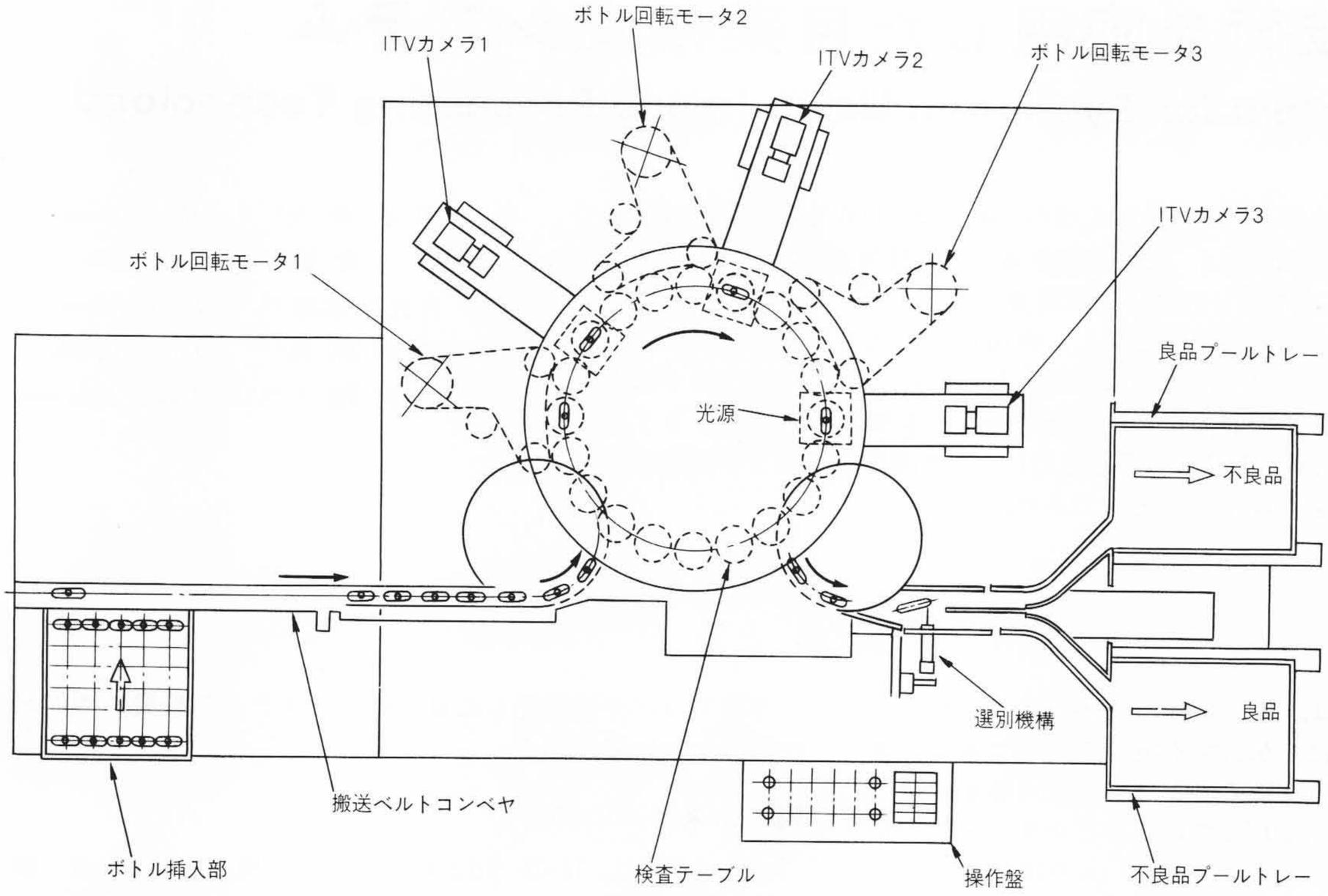
2 システムの概要

本システムは，H-IP/10と異物自動検査機から構成され，**図1**にその外観を示す。異物自動検査機は，ボトル挿入部と良品，不良品の各プールトレー及び間欠駆動方式の搬送検査ラインなどから構成され，**図2**にその概要を示す。検査を行なうボトルは，ボトル挿入部から搬送ベルトコンベヤに送り込まれ，間欠搬送された後，検査テーブルに載せられる。検査テーブルは，ボトル中に異物が混入していれば，それらを浮遊運動させるために回転できる構造としており，ボトル回転モータで回転される。検査テーブルの回転は，各ITV(工業用テレビジョン)カメラの前でいったん停止される。このときボトル中に異物が混入していれば，慣性により浮遊運動を起こす。浮遊する異物は，ボトル下部からハロゲンランプで照射

図1　目薬検査システムの外観
目薬検査システムは，日立汎用画像認識解析装置HIDIC IP/10と異物自動検査機から構成され，相互にディジタル信号でリンケージされる。

※)　ここでは不溶解物質など，固形物の総称を異物と呼んでいる。

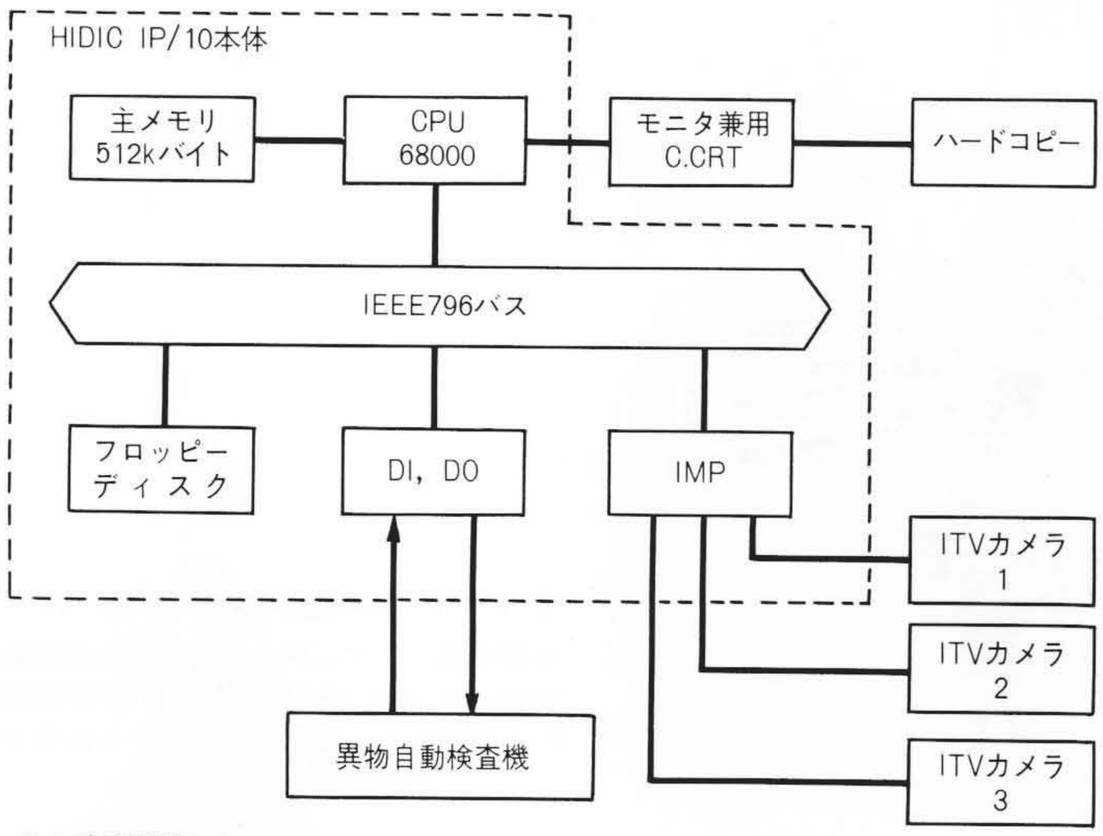
* 日立製作所大みか工場　** 日立製作所機電事業本部　*** 株式会社日立コントロールシステムズ　**** 日精株式会社



注：略語説明 ITV(工業用テレビジョン)

図2 異物自動検査機の概要 検査ラインは間欠駆動方式で，1秒に1本の移動速度で3台のITVカメラの前を通過する際に，画像処理により異物混入の有無の判定が行なわれる。1本のボトルは3回判定され，そのうち1回でも異物ありと判定された場合リジェクトされ，不良品プールトレーに入る。

されると強い反射光を発する。このときの映像を一定の間隔で連続的にH-IP/10に取り込み，画像処理を行ないボトルのハレーション(ぼやけ)やきずといった静止画像の部分を除去し，異物の浮遊する軌跡画像だけを抽出する。この軌跡画像の有無により，異物の判定を行なう方式としている。この方式では，ボトルにより大きさ，質量の異なる異物について，それぞれに鮮明な軌跡を描かせることが重要である。今回，その解決策としてボトルの回転数を変え，複数回の判定を行なう方法を採用した。これにより検出の幅を広くすることができ，極めて小さな異物まで容易に検出可能となった。不良品と判定されたボトルは，選別機構部でリジェクトされ不良品プールトレーに集められる。



注：略語説明など
CPU(中央処理装置)，C.CRT(Console Cathode Ray Tube)，
DI(Digital Input)，DO(Digital Output)，
IMP(イメージプロセッサ)

図3 システム構成 3台のITVカメラからの映像取込みにより画像処理を行なうとともに，異物自動検査機とはDI，DO信号でリンケージし，連動制御が行なわれる。

3 システムの構成と機能及び特長

3.1 システム構成

図3にシステム構成を示す。システム全体は，16ビットマイクロコンピュータ68000により制御され，画像処理動作は，基本画像処理機能を高速に処理できる画像処理LSI及び画像メモリを内蔵したIMP(イメージプロセッサ)で実行される。IMPでは，画像メモリに格納されている画像の処理及びITVカメラ画像のリアルタイム処理が可能である。異物自動検査機のコントロールは，バスユニットに実装可能なDI(Digital Input)，DO(Digital Output)モジュールを介して行なう。

3.2 ソフトウェア構成

本システムのCPU(中央処理装置)には68000を採用しているのでアプリケーションプログラムは，C，FORTRANなどの汎用言語を使用することができ，ユーザーによって異なる機能の組込みが容易に可能である。**図4**は本システムの標準的なソフトウェア構成を示したものである。各モジュール，テーブルの概要を以下に述べる。

(1) 初期設定処理

システム立上げ時に，稼動条件の設定や実績収集テーブルの初期化，入出力機器の初期設定などを行なう処理である。

(2) 画像処理及び判定処理

ITVカメラ画像の取込みや画像演算をIMPに実行させ，良否の判定をして，結果により異物自動検査機の制御を行なう。本システムの中枢となる処理である。

(3) 実績編集出力処理

規定本数及びロット単位に検査ボトル総数に対する良，不良ボトル数を算出したり，ボトルの異なった回転数ごとの不良発生頻度などの実績データをC. CRT(Console Cathode Ray Tube)に表示し，品質の分析や工程改善などのデータを提供している。

(4)　調整用処理

識別機能の調整を行なう処理であり，テスト用のボトルを検査ラインにセットし，ボトルの回転数や判定基準を変えながらモニタの画像を見て調整を行なうことができる。

(5)　制御情報テーブル

ITVカメラごとの良，不良判定基準やITVカメラ画像の取込回数などの各種パラメータを記憶しているテーブルである。

(6)　実績収集テーブル

検査の過程で各種の実績データを記憶しておき，編集表示するためのテーブルである。

3.3　装置制御方式

H-IP/10と異物自動検査機の間では，ディジタル信号の授受により同期制御を行ないながら，自動的にボトルの検査を行なう方式としている。**図5**は1回の検査過程での制御信号のタイムチャートである。各ITVカメラの前にボトルが移動し，回転が止められると異物自動検査機からボトル検出信号及びIPスタート信号がH-IP/10に入力する。H-IP/10は，このタイミングで映像取込み，画像処理，判定処理を実行するが，この間，IP　ON信号を出力し，ボトルが移動しないようにインタロックをとっている。判定処理では，不良品と判断したとき，リジェクト信号を出力する。

3.4　処理方式

図6にITVカメラと画像メモリの接続構成を示す。4面の画像メモリは各々にチャネル番号0～3が付けられ，512×512画素の濃淡画像メモリである。一方，ITVカメラから取り込まれる画像は，256×240画素/画面であり，各画像メモリは4分割して使用する。ITVカメラからの画像入力バッファとしてチャネル1～3の4ページ中の一つのページを割り当て，チャネル0は，画像演算用メモリとして使用し，メモリの効率的使い方を実現している。

図6　ITVカメラと画像メモリの接続構成　4面の濃淡画像メモリは，チャネル0を画像演算用メモリチャネル1～3を画像入力バッファメモリとして使用する。

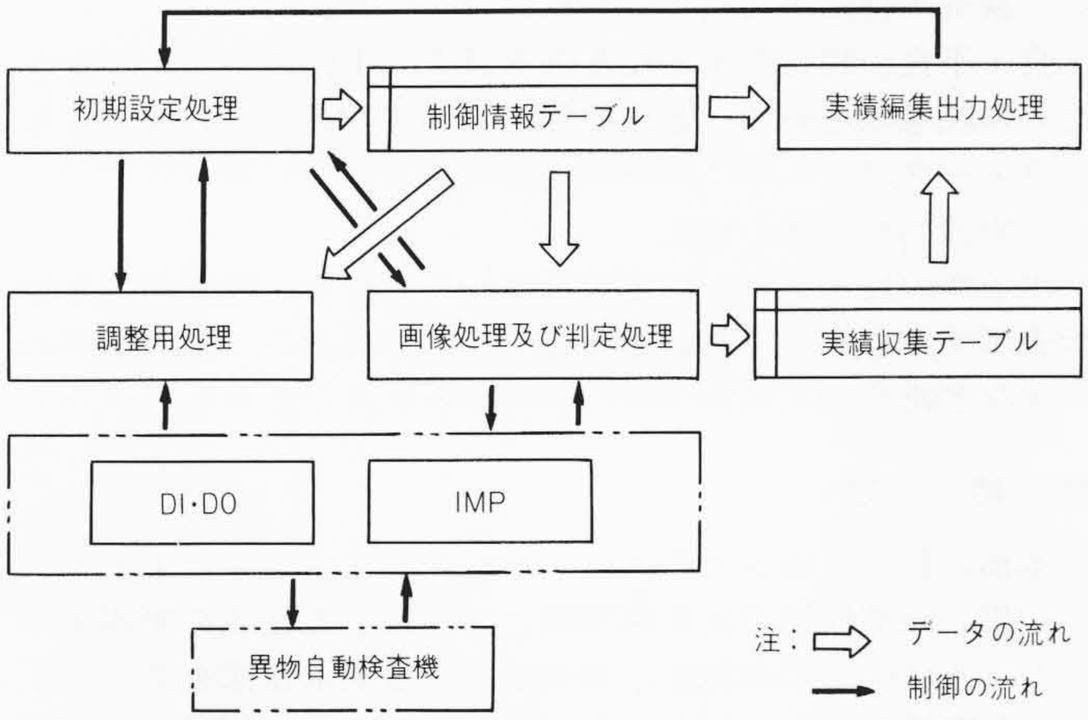


図4　ソフトウェア構成図　ソフトウェアは，稼動中に主要な処理を行なう画像処理及び判定処理を中心に四つの処理モジュールと，二つの主要テーブルから成る簡潔な構成としている。

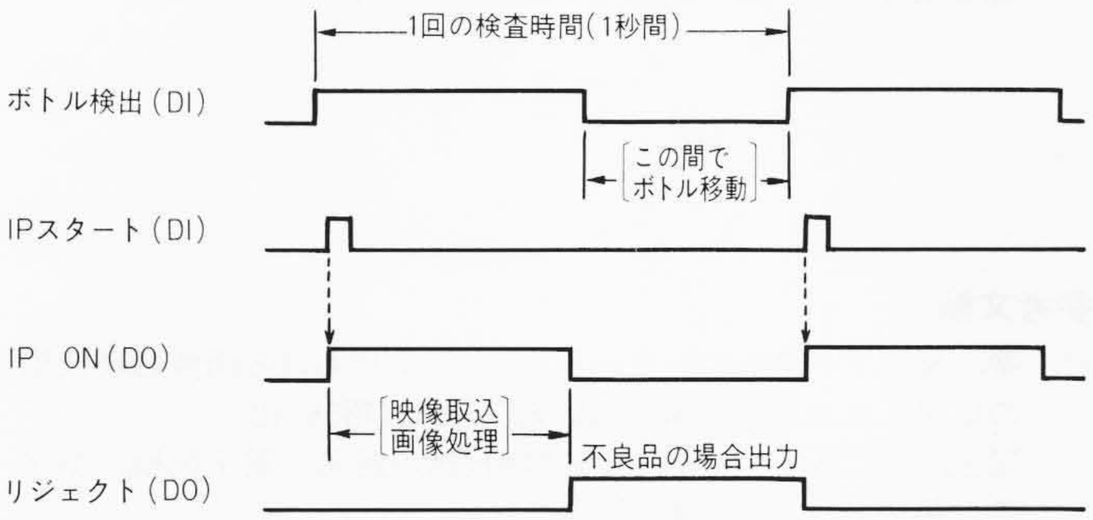


図5　制御信号タイムチャート　H-IP/10と異物自動検査機の間では，1回の検査を行なう間，DI，DO信号各2点の授受を行なう。

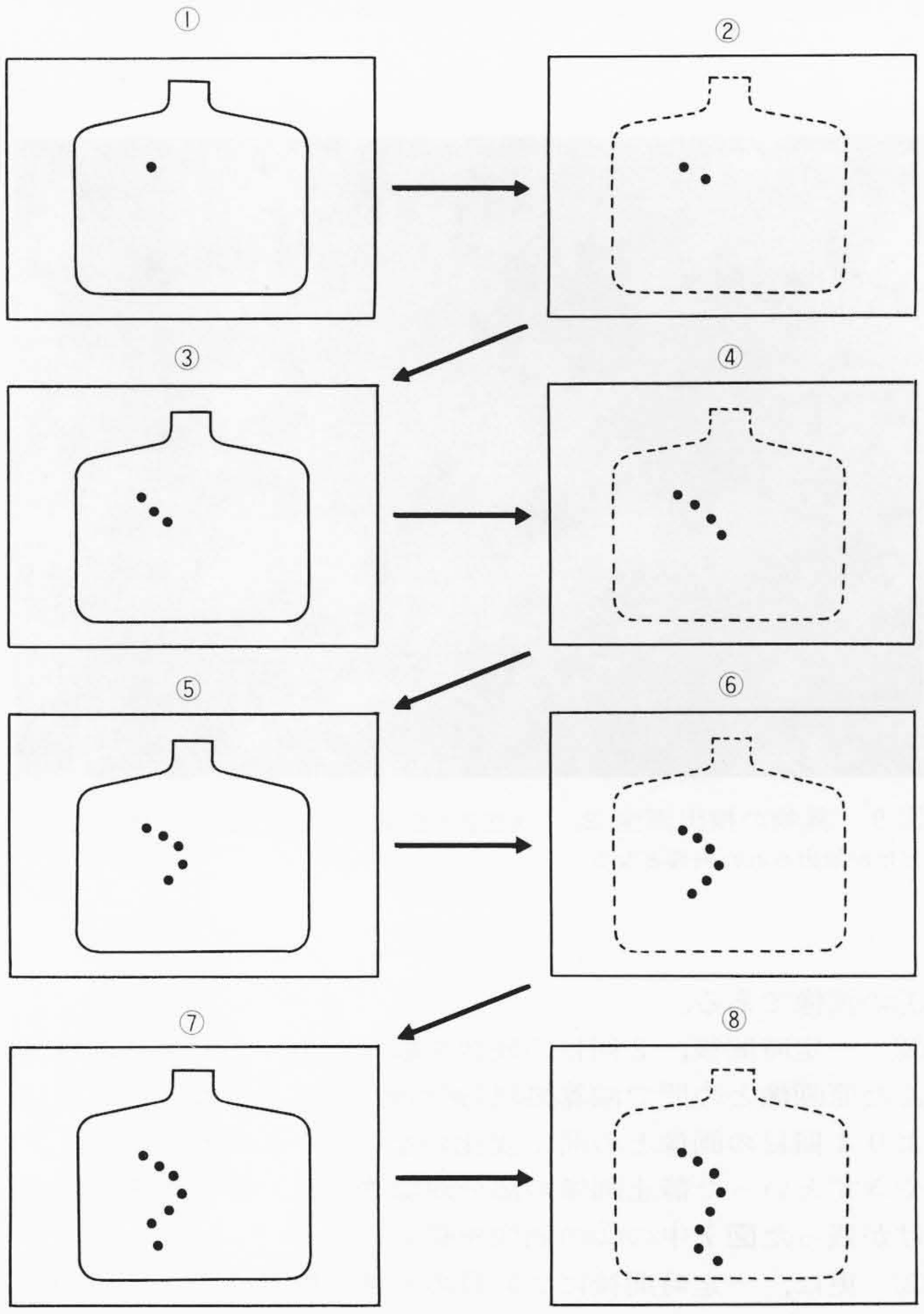


図7　画像処理による異物の軌跡検出過程　1回の判定を行なうために，8回の画像取込み，画像間の減算(絶対値演算)，加算を繰り返し，異物の軌跡を抽出後，2値化して1の画素数をカウントする。

図7は，1回の判定を行なうときの画像処理の過程を表わしている。一連の処理手順は次のとおりである。

(1)　ITVカメラから最初の映像を取り込み，チャネル0の画像演算メモリに格納する。最初に得られる画像は，**図7**中の

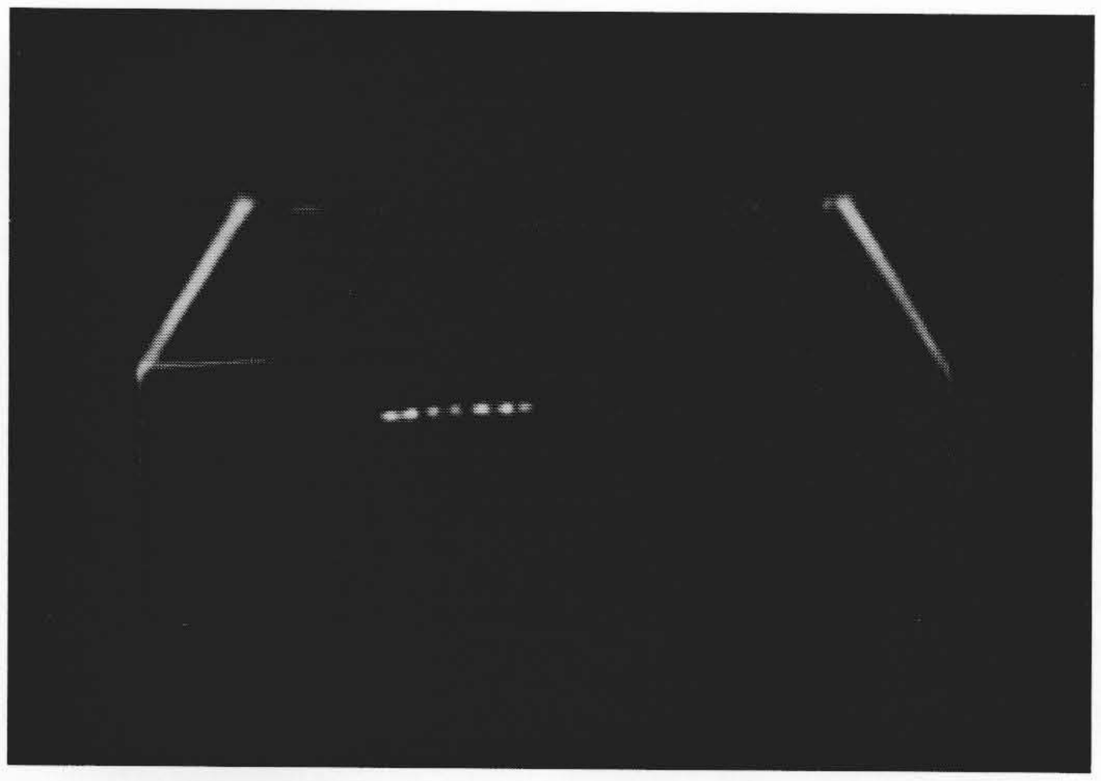


図8 異物の検出画像(1) 7回目(8回中奇数回数目)の画像間演算を行なった画像は，ボトルの周囲やきずの反射光を含んだ画像である。

図9 異物の検出画像(2) 8回目の画像間演算を行なうと，異物の軌跡だけが抽出された画像となる。

①の画像である。

(2) 一定時間後，2回目の映像を取り込み，1回目に取り込んだ原画像との間で減算処理(絶対値演算)を行なう。これにより1回目の画像との間で変化のないボトルのハレーションやきずといった静止画像の部分が除去され，浮遊する異物だけが残った**図7**中の②の画像を得る。

(3) 更に，一定時間後に3回目の映像を取り込み，前回の画像との間で加算処理を行ない，**図7**中の③の画像を得る。

(4) 4回目から8回目について，(2)及び(3)と同様の処理を繰り返すと，最終的に浮遊する異物の軌跡だけを抽出した**図7**中の⑧の画像を得る。**図8**及び**図9**は，以上の処理での7回目及び8回目の画像例である。

(5) 軌跡の画像に対し，あらかじめ設定された濃度値を基準に2値化処理(基準濃度以下の画素を0，基準濃度を超える画素を1とする処理)を行なう。この2値画像で，1の画素数をカウントし，軌跡の面積を求める。この値が判定の基準値以上の場合，不良品と判定する。

画像処理の回数は多いほど異物の検出が容易となるが，処理時間が長くなる。本システムでは調整用処理により最適な回数を事前に設定できるようにしている。**図10**は，3台のITVカメラで各8回の画像処理を行なう場合のタイムチャートである。

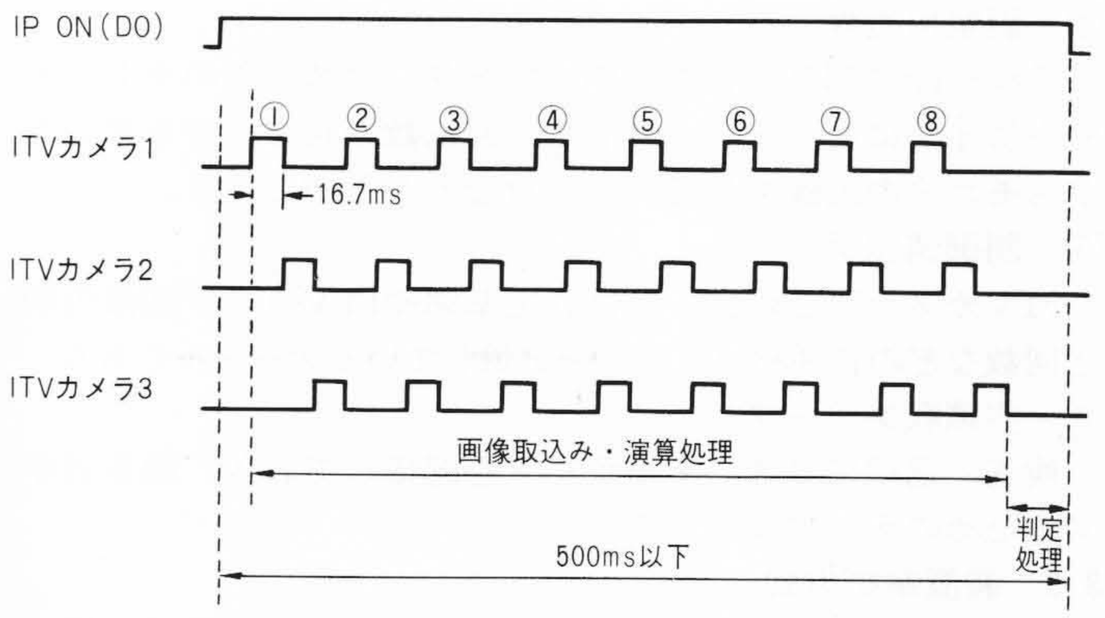


図10 画像取込み・判定処理タイムチャート H-IP/10は，ITVカメラ3台で同時に3本のボトルに対し平行して処理を実行していく。

1回の画像取込みと画像間演算は，IMP内で16.7ms間で高速処理される。したがって，3台のITVカメラは16.7msごとに連続的に処理可能であり，合計24の画像取込みと演算処理，判定処理を含めて500ms以下で処理する能力をもつ。

3.5 特 長

このシステムの特長は次のとおりである。

(1) 高速処理の実現

H-IP/10により，3台のITVカメラの並行処理を行ない，1本のボトルの検査時間が1秒という高速処理能力をもつ。

(2) 検査精度が高い。

1本のボトルに対し，複数回の判定処理を繰り返し，浮遊物の検出確率を大幅に向上している。

(3) 検査条件変更に対する柔軟性

良・不良の判定基準となる画素数や，1回の判定を行なうための映像取込回数など，稼動するうえで調整を必要とするパラメータは，任意に変更設定を可能としている。

(4) 実績処理機能の充実

ボトルの良・不良を判定するばかりでなく，検査結果を分析表示するなどの実績収集機能が充実しており，生産工程の改善など総合的な品質改善に役立てることができる。

4 結 言

本稿の目薬検査システムは，サンプル用ボトルによるテスト結果，識別能力では目視検査と同等以上の性能を発揮すること，及び検出の確実性，処理能力でも要求仕様を満足することが実証された。本システムの導入により，目薬検査のFA(ファクトリーオートメーション)を推進することができ，生産性の向上，製品品質の高位安定化が図られ，製品コストの低減に貢献できるものと期待される。今後は目薬検査の省力化の需要にこたえていくとともに，目薬以外の検査システムへの適用拡大の研究，開発を行なっていく考えである。

参考文献

1) 秦，外：ファクトリーオートメーションにおける画像処理技術の応用，日立評論，**65**，12，857～862(昭58-12)
2) 尾上，外：FAにおける画像処理技術の動向，電子技術，第26巻，第12号，p. 17～45(昭59-11)
3) 小林，外：汎用画像認識解析装置HIDIC IPシリーズ，映像情報，Vol. 16，No. 10，p. 19～25(1984)