

毛織物自動検反システムの開発

—検反情報のシステム化に関する研究—

安藤正好、池口達治

要旨

毛織物の検査を自動化するために画像処理技術等をベースとした検査装置の開発研究を平成6年度から行ってきた。本報告では各検査装置を統合化し、「自動検反システム」を完成させるため次の研究を行った。

- ・検査織物を搬送する搬送機を開発し、3種類の検査装置（一次元視覚装置、二次元視覚装置、色検査装置）を統合化した。
- ・織物設計データから各検査装置の検査パラメータを導き出す知識ベースを開発した。

1. はじめに

毛織物生産工程の中で検反作業は、製織・染色・整理などの各工程で繰り返し行われており、そのほとんどの作業が人手（目視）に頼っているのが現状である。この作業を自動化することは、省力化を図るとともに製品の均質化を図る上からも、以前から実用化が強く望まれていた課題の一つであった。目視検査の自動化に関する研究は、視覚と脳の働きをコンピュータシステム等で代替するものである。

本研究では、毛織物の自動検査を行うシステムを開発することを目的として平成6年度から研究を行ってきた。

平成6年度には、比較的小柄な織物を検査対象とし、ラインセンサをベースとした検査システムを用い、センサから得られる一次元のデータ列から織段・筋立ち等の欠点を自動検査するシステム（一次元視覚装置）の研究を行った¹⁾。

平成7年度には、比較的大柄な織物を検査対象とし、ピッチ違い等の「柄欠点」を二次元画像処理技術により、また、無地織物の中希等の「色欠点」を色解析技術により、自動検査するシステム（二次元視覚装置、色検査装置）の研究を行った²⁾。

本年度は、前述した3種類の検査装置を織物を搬送する搬送機上に統合した自動検反システムの開発研究、及び各検査技術を支援するために、検査織物の設計データから各検査装置の検査パラメータを導き出す知識ベースの開発研究を行った。ここでは、その内容について報告する。

2. 実施内容

(1) 自動検反用織物搬送装置の開発

一次元視覚装置、二次元視覚装置、色検査装置を組み込んだ、検査織物を搬送する装置を開発し、各検査装置と連携した運転制御技術について検討した。

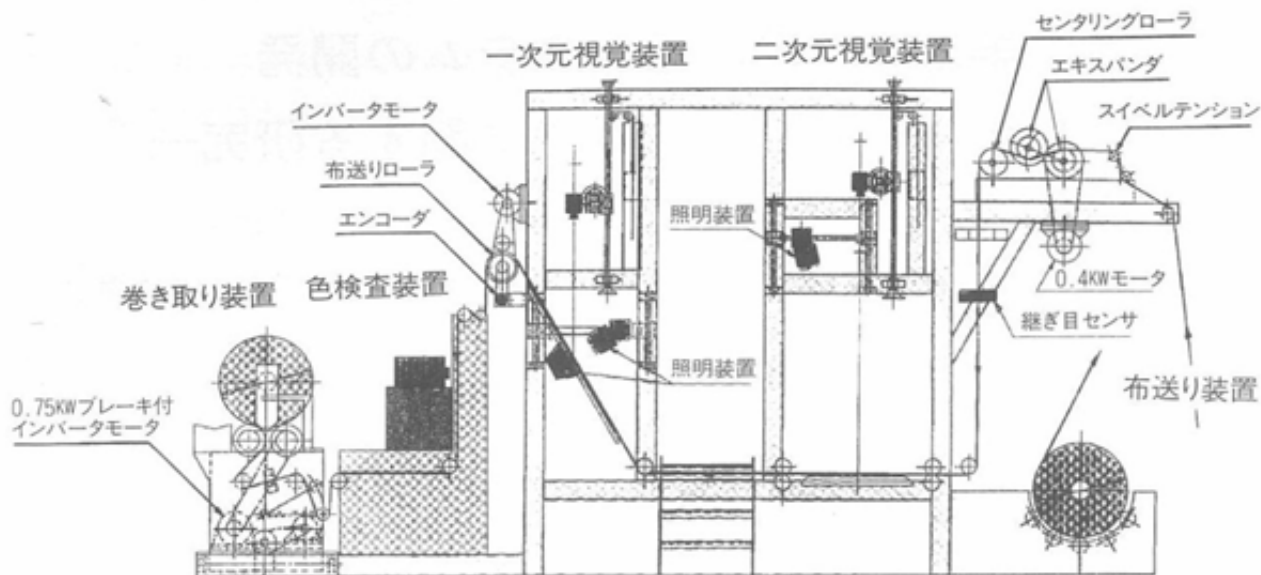


図1 自動検反システムの概念図



図2 自動検反システムの全体写真

ア. ハードウェアの概要

図1に、搬送機に各検査装置を組み込んだシステムの概念図を示した。また、図2にシステムの全体写真を示した。

(ア) 搬送機の仕様 (株) 木村鉄工所製

- ・ 運転速度：0～40m/分
変速はインバータ制御による無段変速方式
- ・ 織物形態：丸巻き反、振落し反
- ・ 働幅：1850mm (有効幅：1500mm)
- ・ 布送り出し部 (図3)
 - スィベルテンション
 - センタリング装置 (図4)
 - エキスパンダー装置
- ・ 布巻き取り部 (図5)

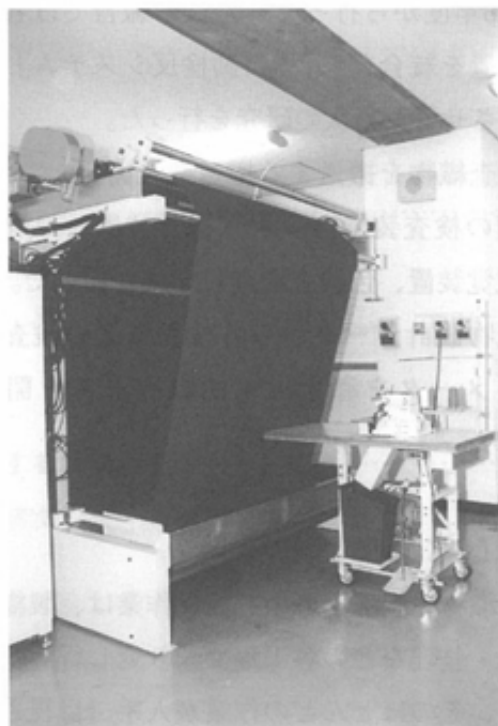


図3 布送り出し部

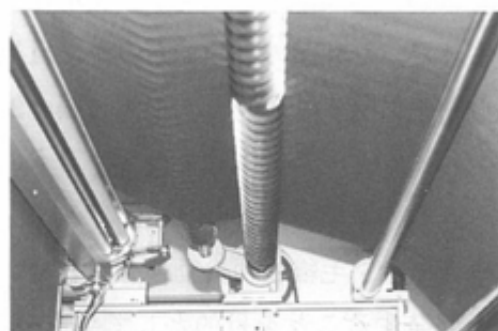


図4 拡布・センタリング装置



図5 布巻取り部

間接巻取り方式

耳端追従制御機構

・測長器

(イ) 組み込み検査装置

・一次元視覚装置 (図6)

検査面は60度の傾斜面を使用する。

画像入力装置：CCDラインセンサカメラ3台

カメラの取り付け位置 (上下、左右調整可能)

照明装置：ライン照明装置 (日本ビー・アイ(株)製)

・二次元視覚装置 (図7)

検査面は水平面を使用する。

画像入力装置：カラーCCDエリアセンサカメラ3台

カメラの取り付け位置 (上下、左右調整可能)

照明装置：ストロボ照明装置 (日進電子(株)製コンスタントパワーフラッシュCF-

100EW) 照明の取り付け位置 (上下調整可能)

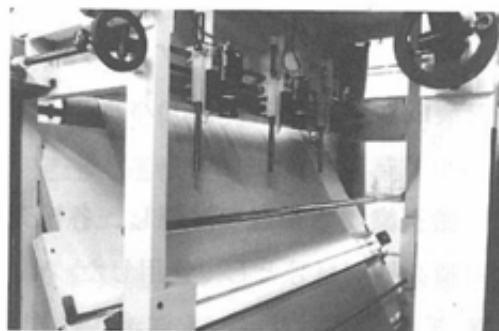


図6 一次元視覚装置

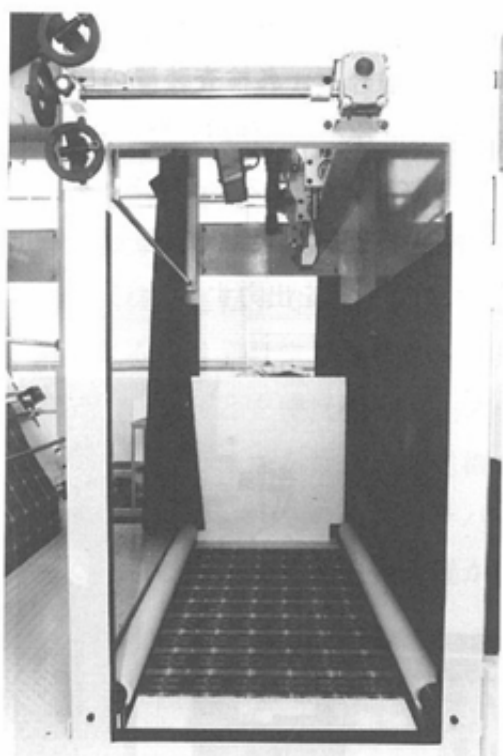


図7 二次元視覚装置



図8 色検査装置

・色検査装置（図8）

分光光度計をベースとした検査装置で巻き取り部の手前に組み込む

（ウ）外部センサ信号

- ・ロータリーエンコーダ（株）オムロン製E6B2-CWZ6C）1800パルス／回転（600パルス／cm）（図9）

搬送織物の長さを計測し、各検査装置の同期信号として使用した。

- ・継ぎ目センサ（東洋機械（株）製TSAD-10）

織物の継ぎ目を検出する光電透過式のセンサ。（図10）

この信号を、各検査装置の検査開始、終了信号として使用した。

- ・搬送機の運転停止ステータス

搬送機が運転時にON信号、停止時にOFF信号を出力する。

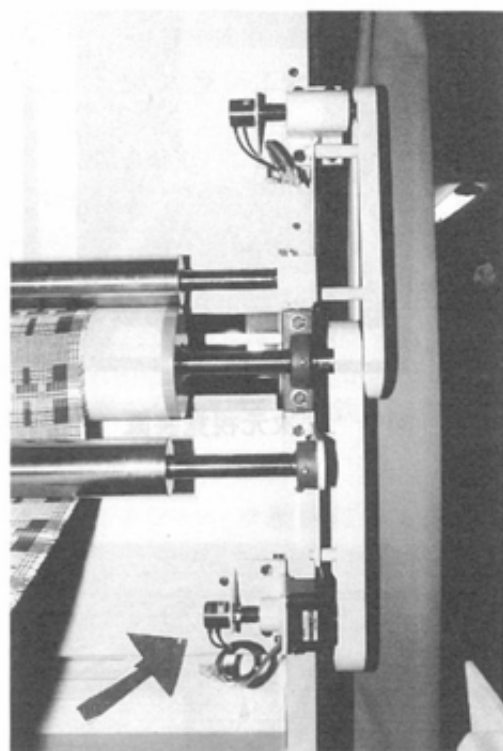


図9 ロータリーエンコーダ

この信号は、後述する色検査装置の間歇測色の際に測色開始信号として

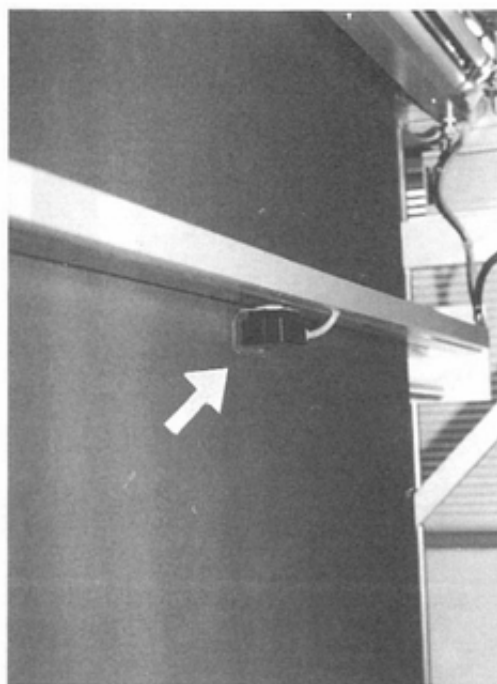


図10 継目センサ

使用した。

- （エ）コントローラ：プログラマブルコントローラ

（キーエンス（株）製KZ-40及びKZ-10）

- ・KZ-40：搬送機の制御

入力：32点／出力：32点

- ・KZ-10：各検査装置のコントロール

入力：4点／出力12点

- （オ）各検査装置の制御信号

各検査装置の入出力信号の関係を表1にまとめた。

表中のIN／OUTは各検査装置のコントローラから見た信号の入出力である。

表1 コントロール信号

		一次元 検査装置	二次元 検査装置	色 検査装置
エンコーダ同期信号	IN	12 V	5V	24V
検査開始信号	IN	○	○	—
検査終了信号	IN	○	○	—
検査開始／終了信号	IN	—	—	○
品種切替信号	IN	○	—	—
品種切替ステータス	OUT	○	—	—
搬送機運転停止ステータス	IN	—	—	○
搬送機再起動信号	OUT	—	—	○

エンコーダ信号は、搬送機の送りモータに設置したロータリーエンコーダから出力され、電圧変換及び分周などの処理を行ってから各検査装置に入力した。

一次元及び二次元視覚装置では、継ぎ目信号は二つの入力ポートに検査開始と終了に分けて入力する。色検査装置は継ぎ目信号は一つの入力ポートに入るため、検査開始・終了を判別して入力する必要がある。

また、検査を行う前に、織物毎の検査パラメータをあらかじめ検査装置に登録しておく。これを予定登録と呼ぶが、予定登録されている品種の切替えは、二次元・色は検査終了信号で行うが、一次元は外部からの切替え信号で行うため、その信号が必要になる。

イ. 制御プログラム

(ア) 搬送機の制御

検査装置の測色方式すなわち測色するときに検査織物を停止するかしないかにより

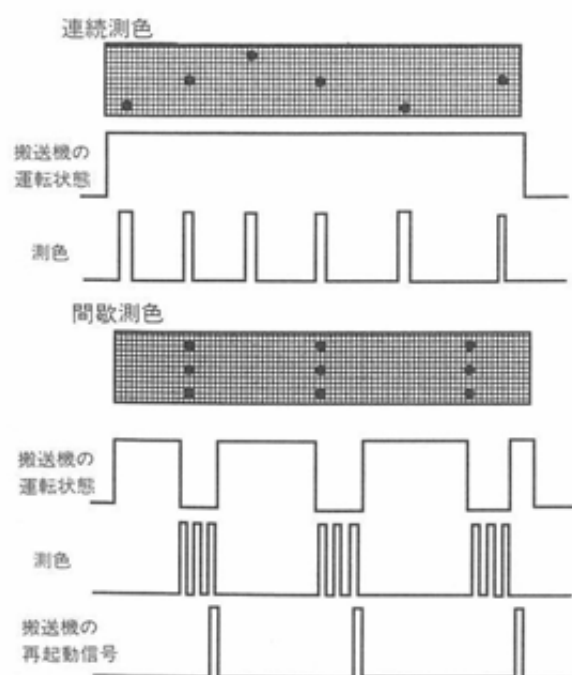


図11 色検査装置測色方式

制御方法が異なるため、搬送機の制御は、次の2種類の方法で行った。(図11参照)

①定速で搬送機を運転する。

通常の搬送機の運転はこの方式を用いる。

一次元、二次元、色の各検査装置は、定速で運転している搬送機から出力されるエンコーダの同期信号によって検査を実施する。この方式の場合色検査の測色方式を連続測色と呼ぶ。

②搬送機の運転・停止を繰り返す。

外部カウンターの設定値で搬送機を停止し、外部信号により搬送機を再起動する。この方式の場合の色検査の測色方式を間歇測色と呼ぶ。所定の間隔で搬送機を停止させ、測色機が織物の幅方向にトラバースし測色後、再び搬送機を運転する。測色機が測色を開始するのは、設定した長さで搬送機が停止したことを検反機の停止ステータスで確認してから行う。搬送機の再起動信号は同一長さの最終トラバース点での測色終了後に色検査装置から出力する。

なお、一次元、二次元の各検査装置は制御①と同様に搬送機から出力されるエンコーダ信号に同期して検査を行っているので、搬送機が停止しても、次の検査位置が来るまで待機している。

(イ) 各検査装置と搬送機の連携

織物の自動検査は、織物の長さに応じて搬送機から出力されるエンコーダ信号と、検査織物の継ぎ目を検出して出力される信号(検査開始信号)により、検査織物が各検査装置の検査開始位置に到達したことを認識してそれぞれ所定の検査

を開始する。そして、検査織物の反末の継目信号（検査終了信号）を入力してから検査終了位置に到達したことを認識して検査を終了し、検査結果を結果ファイルに出力し、事前に登録してある次の検査予定の品種に切り替え、次の検査開始信号を待ち、予定品種がなくなるまでこれら一連の処理を繰り返す（図12）

また、検査織物の繋ぎ方により検査装置へ出す検査開始・終了信号が異なるため次の2種類の制御を行う。（図13）

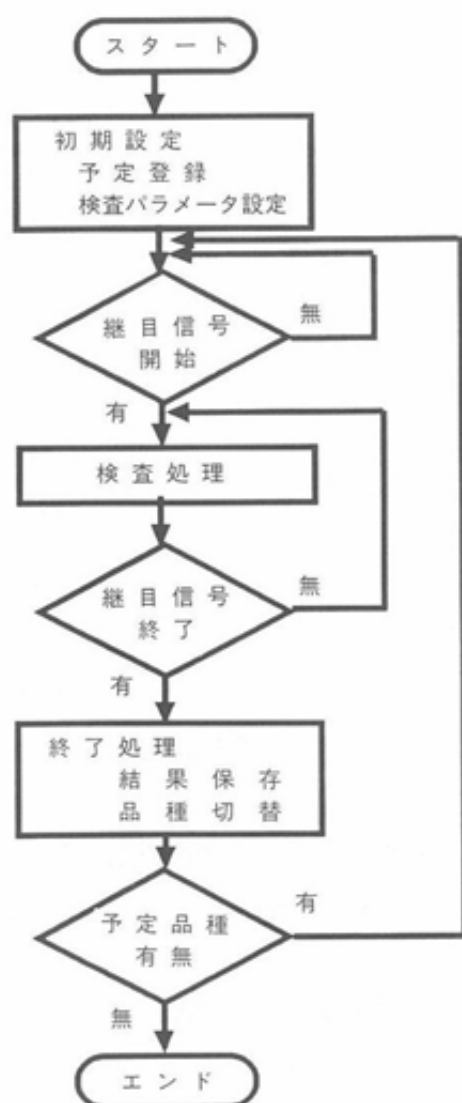


図12 自動検査のフロー

- ①検査織物と検査織物の間に導布がある場合：継目信号により各検査装置

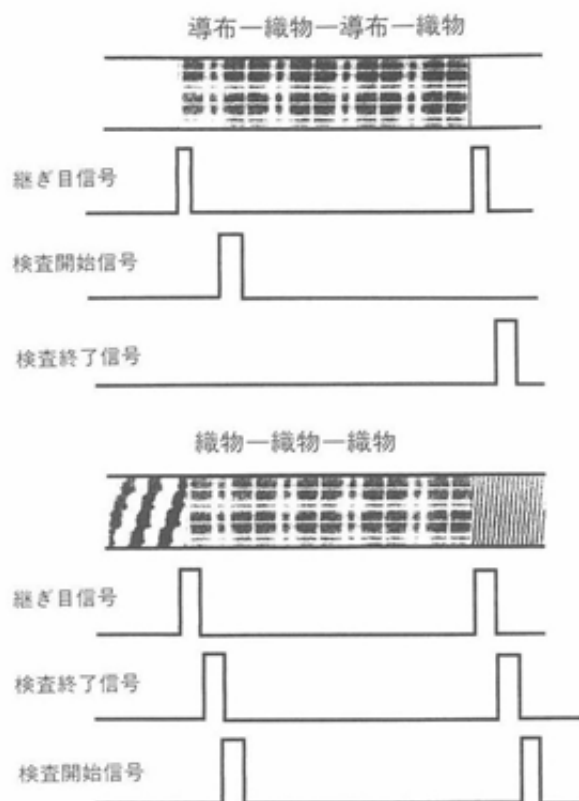


図13 織物の継ぎ方と制御方法

に開始信号と終了信号を交互に出力する。

- ②検査織物と検査織物が繋がっている場合：1つの継目信号により、各検査装置に終了信号と開始信号を出力する。

図14に導布がある場合で、色検査の測色方式が連続の場合の処理フローを示した。

図15に導布がない場合で、色検査装置の測色方式が間歇の場合の処理フローを示した。

(2) 毛織物自動検査支援知識ベースの開発 ア. 知識ベースの考え方

本研究で検査対象とする先染織物には、色、柄、組織による表面効果などの組み合わせにより、外観上異なる商品が多種多様に存在する。これら先染織物を人間が検査するとき、一般に次のような順序で行われる。

- ①検査する織物の外観や規格データを見て、
 どのような種類の傷に注意すべきか、
 どのような検査内容が必要か、あらかじめある

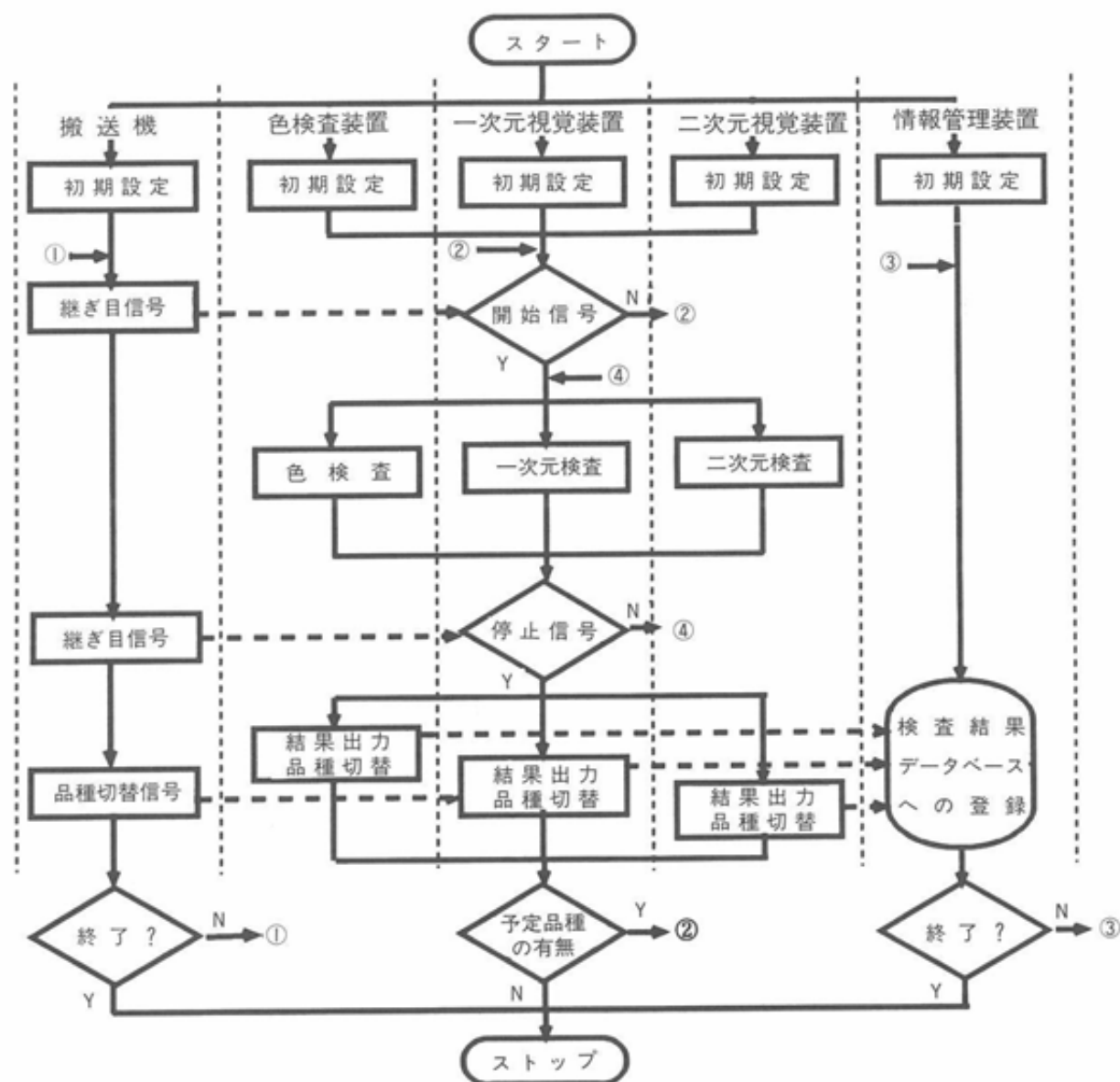


図14 自動検反システムの検査フロー (1) (導布あり、色検査連続検査)

程度予測する。

- ②照明方法や明るさなど検査環境を適切な状態に設定する。
- ③検反機を運転して、搬送される織物を注視する。
- ④正常な柄の形や大きさなどを思い浮かべながら、織物に異常がないか判別する。
- ⑤ときどき検反機を停止させ、中希などの染色異常を目で見て左右中央を比較する。
- ⑥異常部が認められればその大きさ、目立ち具合、種類を検討し、無視できるもの

か、欠点としてマークを付けるべきか、あるいはすぐに修正できるものか瞬時に判断する。

機械を使用して検査を行う場合、上記③～⑤の主として視覚能力に相当するのがカメラや画像処理装置である。これらの装置は高い検査精度を維持するために、検査織物の品種が切り替わる度に検査条件、パラメータなどを設定し直す必要がある。しかし、設定値の決定は、検反工程、画像処理、織物製造の各分野にわたる専門的な知識が必要で、かつ判断要素が多いため

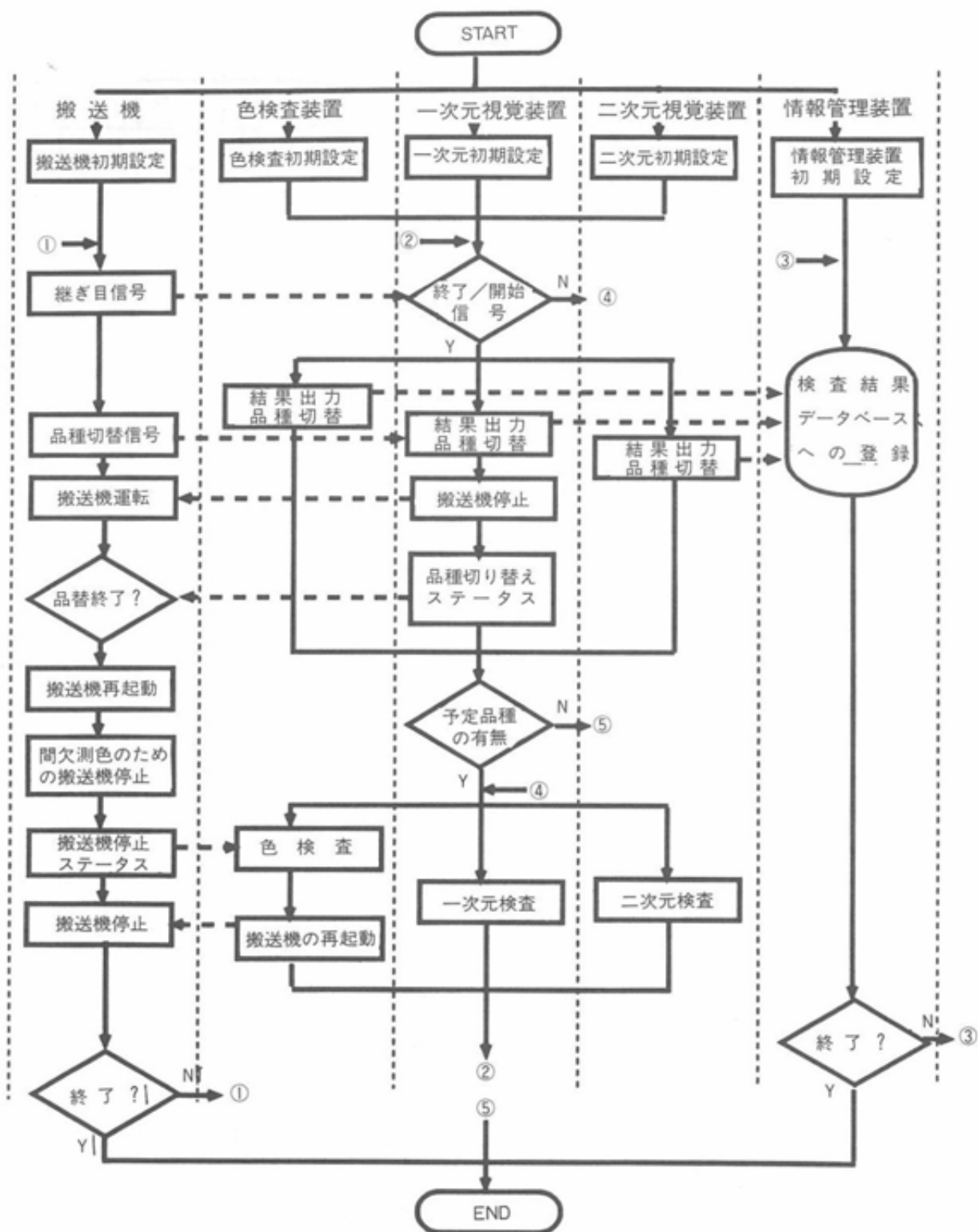


図15 自動検反システムの検査フロー (2) (導布なし、色検査間欠)

決定までに時間と手間も要する。

そこで、検査織物の規格情報を基に、最適な画像処理のパラメータや検査条件の組み合わせを選択できる知識ベースを構築し、効率

的な検査実施の支援を図った。

イ. 構成機器

知識ベースの構築には、下記のハード及び

アプリケーションを使用した。

・ワークステーション

(株)東芝製 AS4080/40TX1)

CPU: SuperSPARC

クロック周波数: 40MHz

主メモリ: 32Mバイト

・エキスパートシステム構築ツール

(Inference製 ART-IM/UNIX)

ウ. 知識ベースへの入力項目

知識ベースへの情報入力作業は図16~18の画面上で行う。図16は規格条件を入力する画面で、数値を直接キー入力するか該当する選択肢をリストから選んでマウスで入力する。図17は使用した糸の色情報を入力する画面で、糸のL、a、b値をキー入力する。図18は組織図を入力する画面で組織サイズをキー入力した後、組織図をマウスで入力する。

(ア) 織物欠点に関する入力情報

検査織物に発生しやすい欠点を推測するのに必要な情報として、次の項目を入力する。

糸原料、糸構造、組織、柄、仕上方法、
織機、撚方向、柄の見え方、番手、撚数、
機上密度

知識ベースに与える情報には文字で与える情報と数値で与える情報がある。上述の項目のうち番手、撚数、機上密度は数値情報で、それ以外は文字情報である。文字情報は主として過去に蓄積した知識ベースとのマッチング処理を行い、同じパターンを持つ知識を抽出する。数値情報は番手と密度との関係のように、計算で処理することが可能な知識に適用するが、最終的には密度が高いとか、撚が強いといった文字情報に置き換える。

これらの情報と過去の実験から得られた知識とのマッチング処理により発生しやすい欠点を導く。この欠点を形状から、点状、線状、面状に分類し、検査装置のパラメータを決定する際の知識として活用する。

(イ) 織物規格に関する入力情報

検査装置のパラメータを導くのに必要な情報としては、次の項目を入力する。

糸の測色値 (L、a、b値)、縞割、
組織、番手、撚数、仕上密度、長さ、
幅、柄の見え方

これらの情報から、各検査装置が検査を実施するのに必要な検査パラメータを求めるルール (柄のレピートサイズを求めるルール、織物表面輝度を求めるルール、各検査装置の判定閾値を求めるルールなど) 及び過去の検査実績等の知識から検査装置の検査パラメータの推論を実施する。

エ. 出力情報

入力情報と知識ベースとのマッチング処理により導き出される検査装置のパラメータに関する情報は図19のように画面に出力される。

検査織物の種類により使用する検査装置が異なるので、使用する装置のパラメータだけを表示する。表示項目の概要は次のとおりである。

(ア) 一次元視覚装置のパラメータ

1) レンズの絞り

ラインセンサのレンズの絞りで、織物の明るさ、照明の設定値、減算器の設定値と関連がある。

2) 照明方法、設定値

照明方法は、反射照明か透過照明の選択で、柄の見え方と関連がある。設定値は照明装置の調光目盛で、織物の明るさ、レン

検査する織物の規格

たて	よこ	平織	千鳥格子 シャープレー
たて前毛糸 たて後毛糸	よこ前毛糸 よこ後毛糸	平織 千鳥織	千鳥格子 シャープレー
selection	selection	selection	selection
たて後毛糸	よこ後毛糸	綾織	無地
OK	OK	OK	OK

たて早糸	よこ早糸	ミルド 起毛	シャープレー エアジェット
たて早糸 たてフィラメント	よこ早糸 よこフィラメント	ミルド 起毛	シャープレー エアジェット
selection	selection	selection	selection
たて早糸	よこ早糸	グリタ	レピア
OK	OK	OK	OK

番手(早糸相当 Nm)	30	たてOK	よこOK	たて撚方向	撚の見え方
撚 数(回/10cm)	65	たてOK	よこOK	→ S (右)	→ 大きく鮮明(格子)
機上密度(本/inch)	277	たてOK	よこOK	→ Z (左)	→ ぼんやり(綾織)
仕上密度(本/10cm)	308	たてOK	よこOK	よこ撚方向	→ ランダム (ネップ)
長さ (m)	50	OK		→ S (右)	→ 無地調(シャープレー)
幅 (cm)	156	OK		→ Z (左)	→ 無地

色糸配列の入力 新織図の作成 HELP 実行

図16 検査織物設計データ入力ウィンドウ

色糸配列の入力

L	a	b	たて	よこ
A 81.04	A -0.08	A 3.33	01 a-010	01 a-010
B 15.44	B 0.61	B -1.24	02 b-010	02 b-010
C 76.66	C -0.93	C 9.92	03 a-000	03 a-000
D 12.67	D 1.05	D -0.73	04 b-000	04 b-000
E 57.66	E 3.28	E 10.56	05 d-000	05 h-000
F 17.92	F 2.97	F 1.92	06 c-000	06 c-000
G 50.78	G 0.28	G 1.24	07 a-000	07 a-000
H 44.67	H 0.54	H 4.57	08 a-000	08 a-000
I 37.76	I 3.13	I 6.27	09 a-000	09 a-000
J 39.01	J 3.72	J 9.52	10 a-000	10 a-000

色番OK たてOK よこOK

HELP 終了

図17 色糸配列入力ウィンドウ

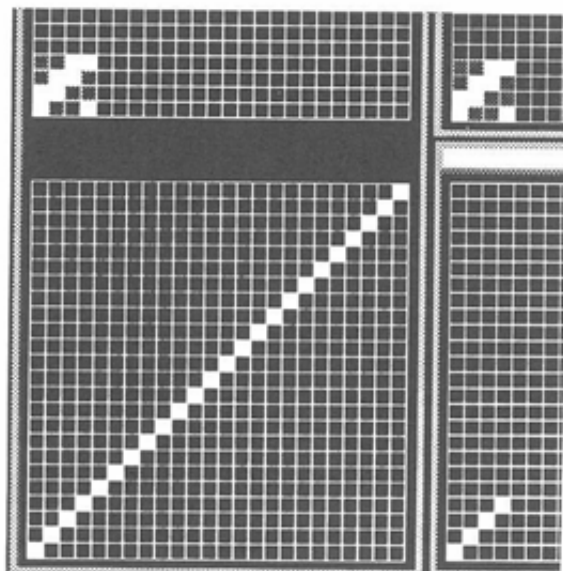


図18 組織入力ウィンドウ

ズ絞り、減算の設定値と関連がある。

3) 位置ずれ基準値

蛇行補正をソフト上で行うための耳端位置のデータで、織物の幅から導かれる。

4) シェーディング補正值

照明ムラをソフト上で補正するための補正データで、織物の明るさ、照明の設定値、

減算器の設定値と関連がある。

5) 減算器

反射率の高い織物を検査するときに画像の輝度補正を行うためのデータで、織物の明るさ、レンズの絞り、照明の設定値と関連がある。

6) 単純2値化（明・暗）閾値、判定値

単純2値化処理の明欠点、暗欠点それぞれの閾値と合格／不合格の判定値で、織物の明るさから導かれる。

7) ミクロフィルタ方向

ミクロフィルタ処理の処理方向で柄の見え方と関連がある。

8) ミクロフィルタ閾値、判定値

ミクロフィルタ処理の閾値と判定値で、織物の明るさと関連がある。

9) ムラフィルタサイズ

ムラフィルタ処理の1グループのサイズで、縞割、組織、仕上密度と関連がある。

10) ムラフィルタグループ数

検査条件			
一次元視覚		二次元視覚	
選択するかどうか	する	選択するかどうか	しない
レンズの絞り	2.8	レンズの絞り	
照明方法。設定値	反射 8	照明設定値	
位置ずれ基準値	115	リピートサイズ(たて)	
シェーディング補正值	TABLE_NO_01	リピートサイズ(よこ)	
減算器 ch1、ch2	0 0	周辺分布処理画像(たて)	
単純2値化(明)閾値、判定値	109 125	差分処理後の2値化閾値(たて)	
単純2値化(暗)閾値、判定値	72 125	周辺分布処理画像(よこ)	
ミクロフィルタ方向選択	経緯	差分処理後の2値化閾値(よこ)	
ミクロフィルタ閾値、判定値	80 125	判定値(面積)	
ムラフィルタ(1)サイズ縦・横	10 10	判定値(個数)	
ムラフィルタ(1)グループ値	10	判定値(ピッチ)	
ムラフィルタ(2)サイズ縦・横	20 20	判定値(相関係数)	
ムラフィルタ(2)グループ値	5		
ムラフィルタ(1A)閾値、判定値	2000 4000		
ムラフィルタ(1B)閾値、判定値	2000 4000		
ムラフィルタ(2A)閾値、判定値	8000 16000		
ムラフィルタ(1A)閾値、判定値	8000 16000		
色検査		色検査	
選択するかどうか	する	選択するかどうか	する
判定値(ΔL)		判定値(ΔL)	
判定値(Δa)		判定値(Δa)	
判定値(Δb)		判定値(Δb)	
判定値(Δab)		判定値(Δab)	
判定値(K/S)		判定値(K/S)	
判定値(ΔE)	0.408	判定値(ΔE)	0.408
判定値(CMC1:1)	0.87	判定値(CMC1:1)	0.87
判定値(CMC2:1)	0.59	判定値(CMC2:1)	0.59
トラバースパターンx1、y1	29,3	トラバースパターンx1、y1	29,3
トラバースパターンx2、y2	92,3	トラバースパターンx2、y2	92,3
トラバースパターンx3、y3	155,3	トラバースパターンx3、y3	155,3

図19 自動検反支援知識ベース出力画面

ムラフィルタ処理のグループの数で、ムラフィルタサイズと関連がある。

11) ムラフィルタ閾値、判定値

ムラフィルタ処理の閾値と判定値で、織物の明るさと関連がある。

(イ) 二次元視覚装置のパラメータ

1) レンズの絞り

エリアセンサのレンズの絞りで、織物明るさ、ストロボ照明の設定値と関連がある。

2) 照明設定値

ストロボ照明の明るさを選択する目盛りで、織物の明るさ、レンズの絞りと関連がある。

3) リピートサイズ

周辺分布から自己相関を求めるときに処理時間を短縮するためのリピートサイズの推測値で、縞割、組織、仕上密度と関連がある。

4) 周辺分布処理画像

最もコントラストが高い周辺分布画像の選択で、糸の測色値（L，a，b値）と関連がある。

5) 差分後の2値化閾値

差分処理を行った後の画像を2値化画像に変換するときの閾値で、糸の測色値（L，a，b値）から導かれる。

6) 判定値

各画像処理後の画像に対する合格／不合格の判断基準で、残留成分の面積または個数、ピッチ、相関係数で表す。

(ウ) 色検査装置のパラメータ

1) 判定値

色欠点の有無を判定するための値で、糸の測色値（L，a，b値）から導かれる。

2) トラバースパターン

色検査を実施するときの幅方向の座標データで、織物の幅から導かれる。

(エ) 処理の流れ

図20は一次元視覚装置の設定項目を求める処理フローである。



図20 一次元視覚装置のパラメータを求める処理フロー

柄の見え方から無地あるいは千鳥格子程度の小さな柄の織物であれば一次元視覚装置で検査を行うことと判断し、その設定条件を求める。

予想される欠点の形状は糸原料、糸構造、組織、柄、仕上げ方法、織機、撚方向、撚数、番手、機上密度から導く。

得られた予想される欠点形状と仕上げ密度、縞割、組織から画像の処理単位や方向に影響するパラメータを導く。

糸の色値、縞割、組織からは処理画像の明るさに影響するパラメータと各種処理の閾値と判定値を導く。

そのほか、柄の見え方から照明方法、織物の幅から位置ずれ基準値をそれぞれ導く。

同様に二次元、色検査装置の設定項目を求める処理フローを図21～22に示した。



図21 二次元視覚装置のパラメータを求める処理フロー



図22 色検査装置のパラメータを求める処理フロー

3. 成果

毛織物の自動検査を行うシステム「毛織物自動検反システム」の開発研究を行い次の成果を得た。

- (1) 一次元視覚装置、二次元視覚装置、色検査装置の各検査装置を組み込み、検査織物を搬送するための搬送機を開発した。
- (2) 搬送機と各検査装置を連携して織物の自動検査を行う制御プログラムを開発した。
- (3) 織物設計データから各検査装置の検査パラメータを導き出す知識ベースを開発した。

参考文献

- 1) 安藤、池口：テキスタイル&ファッション 10月号、7、1995、349-369
- 2) 安藤、池口：テキスタイル&ファッション 2月号、11、1997、633-644