

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/069001

発行日 平成30年8月2日 (2018.8.2)

(43) 国際公開日 平成29年4月27日 (2017.4.27)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
G06K	9/00	(2006.01)	G06K	9/00	P	5B029		
G06K	9/62	(2006.01)	G06K	9/62	G	5B064		
G06K	9/20	(2006.01)	G06K	9/20	310Y			
			G06K	9/20	340K			

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

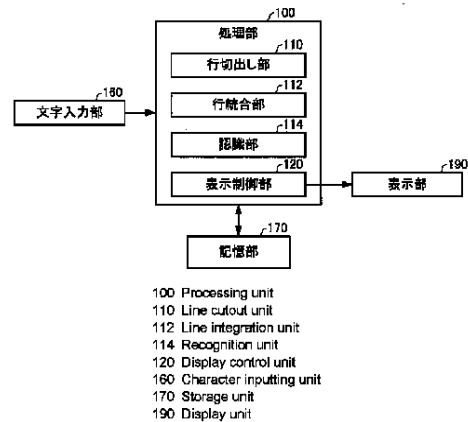
出願番号	特願2017-546498 (P2017-546498)	(71) 出願人	504132881 国立大学法人東京農工大学 東京都府中市晴見町3-8-1
(21) 国際出願番号	PCT/JP2016/079925	(74) 代理人	100090398 弁理士 大淵 美千栄
(22) 国際出願日	平成28年10月7日 (2016.10.7)	(74) 代理人	100090387 弁理士 布施 行夫
(31) 優先権主張番号	特願2015-205354 (P2015-205354)	(72) 発明者	中川 正樹 東京都府中市晴見町3-8-1 国立大学 法人東京農工大学内
(32) 優先日	平成27年10月19日 (2015.10.19)	(72) 発明者	佐々木 進亮 東京都府中市晴見町3-8-1 国立大学 法人東京農工大学内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	Fターム(参考)	5B029 BB09 CC28

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プログラム、情報記憶媒体及び情報処理装置

(57) 【要約】

情報処理装置は、入力されたストローク列におけるストローク間のオフストロークの長さに基づいて、ストローク列から行を切出す処理を行う行切出し部と、切出された n (n は自然数) 行目のストローク列の外接矩形の中心と、 $n + 1$ 行目のストローク列の外接矩形の中心との垂直方向の距離を求め、求めた距離が所定の閾値よりも小さい場合に、 n 行目のストローク列と $n + 1$ 行目のストローク列とを同一行に統合する行統合部とを含む。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

手書き入力された複数行にわたる数式のストローク列から行を切り出す処理を行うためのプログラムであって、

前記ストローク列におけるストローク間のオフストロークの長さに基づいて、前記ストローク列から行を切出す処理を行う行切出し部と、

切出された n (n は自然数) 行目のストローク列の外接矩形又は当該ストローク列におけるストロークの外接矩形と、 m (m は n とは異なる自然数) 行目のストローク列の外接矩形又は当該ストローク列におけるストロークの外接矩形との位置関係に基づいて、 n 行目のストローク列と m 行目のストローク列が同一行であるか否かを判断し、同一行であると判断した場合に、 n 行目のストローク列と m 行目のストローク列とを同一行に統合する行統合処理を行う行統合部としてコンピュータを機能させることを特徴とするプログラム

10

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記行統合部は、

切出された n 行目のストローク列の外接矩形と、 $n + 1$ 行目のストローク列の外接矩形との垂直方向の距離を求め、求めた距離が所定の閾値よりも小さい場合に、 n 行目のストローク列と $n + 1$ 行目のストローク列とを同一行に統合する行統合処理を行うことを特徴とするプログラム。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、

前記行統合部は、

切出された n 行目のストローク列に分数罫に対応するストロークが存在するか否かを判定し、当該ストロークが存在すると判定した場合に、当該ストロークの外接矩形の上端と m 行目のストローク列の外接矩形の下端との垂直方向の距離と、当該ストロークの外接矩形の下端と m 行目のストローク列の外接矩形の上端との垂直方向の距離とを求め、求めたいずれかの距離が所定の閾値よりも小さい場合に、 n 行目のストローク列と m 行目のストローク列とを同一行に統合する行統合処理を行うことを特徴とするプログラム。

30

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項において、

前記行切出し部は、

前記ストローク列におけるストローク間のオフストロークの長さに基づいて、行切出し候補点となるオフストロークを決定し、前記行切出し候補点を用いて複数の行切出し候補を生成し、

前記行統合部は、

複数の前記行切出し候補のそれぞれについて前記行統合処理を行った後、複数の前記行切出し候補のそれぞれについて数式認識を行って数式の確からしさを求め、数式の確からしさの値が最も大きい前記行切出し候補を選択することを特徴とするプログラム。

40

【請求項 5】

コンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体であって、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項のプログラムを記憶したことを特徴とする情報記憶媒体。

【請求項 6】

手書き入力された複数行にわたる数式のストローク列から行を切り出す処理を行う情報処理装置であって、

前記ストローク列におけるストローク間のオフストロークの長さに基づいて、前記ストローク列から行を切出す処理を行う行切出し部と、

切出された n (n は自然数) 行目のストローク列の外接矩形又は当該ストローク列におけるストロークの外接矩形と、 m (m は n とは異なる自然数) 行目のストローク列の外接矩形又は当該ストローク列におけるストロークの外接矩形との位置関係に基づいて、 n 行

50

目のストローク列と m 行目のストローク列が同一行であるか否かを判断し、同一行であると判断した場合に、 n 行目のストローク列と m 行目のストローク列とを同一行に統合する統合処理を行う行統合部とを含むことを特徴とする情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プログラム、情報記憶媒体及び情報処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、数式を入力する手法として、L a T e X などの専門言語を用いる方法や、数式入力エディタを用いる方法等が用いられてきたが、前者は専門用語を習得する必要がある、後者はメニュー選択と記号選択を繰り返す必要がある、ともに一般人には使い勝手が悪かった。これに対して、タブレットなどに手書きされた数式をコンピュータにより認識させる方法は古くから研究されてきた（例えば、特開 2009 - 80615 号公報）。そして、近年におけるタブレット型 PC の急速な普及から一般人に浸透する可能性も増しており、教育現場では、電子黒板やタブレットの導入が急速に進んでいる。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

計算式を筆記する場合、数式は複数行にわたって展開や変形が行われるため、数式認識では行切出しが不可欠となる。ところが従来の手書き数式認識システムでは、1 行ごとに入力された数式を対象としており、途中式などの複数行にわたる数式の行切出しを行って（複数行の数式における改行を検出して）数式を認識することはできなかった。

20

【0004】

本発明は、以上のような課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、複数行にわたる手書き数式の行切出しを行うことが可能なプログラム、情報記憶媒体及び情報処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

(1) 本発明は、手書き入力された複数行にわたる数式のストローク列から行を切り出す処理を行うためのプログラムであって、前記ストローク列におけるストローク間のオフストロークの長さに基づいて、前記ストローク列から行を切出す処理を行う行切出し部と、切出された n (n は自然数) 行目のストローク列の外接矩形又は当該ストローク列におけるストロークの外接矩形と、 m (m は n とは異なる自然数) 行目のストローク列の外接矩形又は当該ストローク列におけるストロークの外接矩形との位置関係に基づいて、 n 行目のストローク列と m 行目のストローク列が同一行であるか否かを判断し、同一行であると判断した場合に、 n 行目のストローク列と m 行目のストローク列とを同一行に統合する行統合処理を行う行統合部としてコンピュータを機能させるプログラムに関する。また、本発明は、コンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体であって、上記各部としてコンピュータを機能させるためのプログラムを記憶した情報記憶媒体に係する。また、本発明は、上記各部を含む情報処理装置に係する。

30

40

【0006】

本発明によれば、ストローク列におけるストローク間のオフストロークの長さに基づいて、ストローク列から行を切出す処理を行った後に、切出された n 行目のストローク列の外接矩形（又はストロークの外接矩形）と、 m 行目のストローク列の外接矩形（又はストロークの外接矩形）との位置関係に基づいて、 n 行目のストローク列と m 行目のストローク列が同一行であるか否かを判断し、同一行であると判断した場合に、 n 行目のストローク列と m 行目のストローク列とを同一行に統合する処理を行うことで、複数行にわたる手書き数式の行切出しを精度良く行うことができる。

【0007】

50

(2) また本発明に係るプログラム、情報記憶媒体及び情報処理装置では、前記行統合部は、

切出された n 行目のストローク列の外接矩形と、 $n + 1$ 行目のストローク列の外接矩形との垂直方向の距離を求め、求めた距離が所定の閾値よりも小さい場合に、 n 行目のストローク列と $n + 1$ 行目のストローク列とを同一行に統合する行統合処理を行ってもよい。

【0008】

本発明によれば、 n 行目のストローク列の外接矩形と、 $n + 1$ 行目のストローク列の外接矩形との垂直方向の距離が所定の閾値よりも小さい場合に、 n 行目のストローク列と $n + 1$ 行目のストローク列とを同一行に統合することで、括弧などの書き足しによる誤分割（改行の誤検出）を解消して、複数行にわたる手書き数式の行切出しを精度良く行うことができる。

【0009】

(3) また本発明に係るプログラム、情報記憶媒体及び情報処理装置では、前記行統合部は、切出された n 行目のストローク列に分数罫に対応するストロークが存在するか否かを判定し、当該ストロークが存在すると判定した場合に、当該ストロークの外接矩形の上端と m 行目のストローク列の外接矩形の下端との垂直方向の距離と、当該ストロークの外接矩形の下端と m 行目のストローク列の外接矩形の上端との垂直方向の距離とを求め、求めたいずれかの距離が所定の閾値よりも小さい場合に、 n 行目のストローク列と m 行目のストローク列とを同一行に統合する行統合処理を行ってもよい。

【0010】

本発明によれば、 n 行目のストローク列に含まれる分数罫に対応するストロークを検出し、当該ストロークの外接矩形の上端と $n - 1$ 行目のストローク列の外接矩形の下端との垂直方向の距離が所定の閾値よりも小さい場合に、 n 行目のストローク列と $n - 1$ 行目のストローク列とを同一行に統合し、当該ストロークの外接矩形の下端と $n + 1$ 行目のストローク列の外接矩形の上端との垂直方向の距離が所定の閾値よりも小さい場合に、 n 行目のストローク列と $n + 1$ 行目のストローク列とを同一行に統合することで、分数が複数の行として切出されてしまうことを防止して、複数行にわたる手書き数式の行切出しを精度良く行うことができる。

【0011】

(4) また本発明に係るプログラム、情報記憶媒体及び情報処理装置では、前記行切出し部は、前記ストローク列におけるストローク間のオフストロークの長さに基づいて、行切出し候補点となるオフストロークを決定し、前記行切出し候補点を用いて複数の行切出し候補を生成し、前記行統合部は、複数の前記行切出し候補のそれぞれについて前記行統合処理を行った後、複数の前記行切出し候補のそれぞれについて数式認識を行って数式の確からしさを求め、数式の確からしさの値が最も大きい前記行切出し候補を選択してもよい。

【0012】

本発明によれば、複数の行切出し候補のそれぞれについて行統合処理を行った後、複数の行切出し候補のそれぞれについて数式認識を行って数式の確からしさを求め、数式の確からしさの値が最も大きい行切出し候補を選択することで、複数行にわたる手書き数式の行切出しをより精度良く行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】 図1は、本実施形態の認識装置（情報処理装置）の機能ブロック図の一例である。

【図2】 図2は、本実施形態の行切出し手法を模式的に示す図である。

【図3】 図3は、基本方式の第1ステップについて説明するための図である。

【図4】 図4は、基本方式の第2ステップについて説明するための図である。

【図5】 図5は、基本方式の第3ステップについて説明するための図である。

【図6A】 図6Aは、基本方式による誤分割の具体例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 6 B】図 6 B は、基本方式による誤分割の具体例を示す図である。

【図 7】図 7 は、第 1 の行統合処理の一例を示すフローチャートである。

【図 8 A】図 8 A は、第 1 の行統合処理の具体例を示す図である。

【図 8 B】図 8 B は、第 1 の行統合処理の具体例を示す図である。

【図 9】図 9 は、第 2 の行統合処理の一例を示すフローチャートである。

【図 10】図 10 は、第 2 の行統合処理の一例を示すフローチャートである。

【図 11】図 11 は、図 9 のステップ S 2 5 の処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 12 A】図 12 A は、第 2 の行統合処理の具体例を示す図である。

【図 12 B】図 12 B は、第 2 の行統合処理の具体例を示す図である。

【図 12 C】図 12 C は、第 2 の行統合処理の具体例を示す図である。

【図 13】図 13 は、数式認識による選択処理について説明するための図である。

【図 14】図 14 は、逐次方式における処理の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本実施形態について説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また本実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

【0015】

1. 構成

図 1 に本実施形態の認識装置（情報処理装置）の機能ブロック図の一例を示す。なお本実施形態の認識装置は図 1 の構成要素（各部）の一部を省略した構成としてもよい。

【0016】

文字入力部 160 は、ユーザが筆記媒体（ペン、指先等）で手書き文字を入力するためのものであり、その機能は、タブレット、タッチパネル等の筆記面などにより実現できる。文字入力部 160 は、筆記媒体が筆記面に触れてから離れるまでの筆記媒体の位置を表す座標データを一定時間間隔で検出し、検出された座標データ列（座標点系列、オンライン手書きパターンと呼ぶ）をストローク（筆画）のデータとして処理部 100 に出力する。なお、ストロークの終点から次のストロークの始点までのベクトルをオフストローク（運筆ベクトル）と呼び、ストロークとオフストロークの連続する系列をストローク列と呼ぶ。

【0017】

記憶部 170 は、処理部 100 の各部としてコンピュータを機能させるためのプログラムや各種データを記憶するとともに、処理部 100 のワーク領域として機能し、その機能はハードディスク、RAM などにより実現できる。

【0018】

表示部 190 は、処理部 100 で生成された画像を出力するものであり、その機能は、文字入力部 160 としても機能するタッチパネル、LCD 或いは CRT などのディスプレイにより実現できる。

【0019】

処理部 100（プロセッサ）は、文字入力部 160 からの座標データやプログラムなどに基づいて、行切出し処理、行統合処理、認識処理、表示制御などの処理を行う。この処理部 100 は記憶部 170 内の主記憶部をワーク領域として各種処理を行う。処理部 100 の機能は各種プロセッサ（CPU、DSP 等）、ASIC（ゲートアレイ等）などのハードウェアや、プログラムにより実現できる。処理部 100 は、行切出し部 110、行統合部 112、認識部 114、表示制御部 120 を含む。

【0020】

行切出し部 110 は、入力されたストローク列（手書き入力された複数行にわたる数式パターンのストローク列）におけるストローク間のオフストロークの長さに基づいて、前記ストローク列から行を切出す処理を行う。また、行切出し部 110 は、入力されたストローク列におけるストローク間のオフストロークの長さに基づいて、行切出し候補点とな

10

20

30

40

50

るオフストロークを決定し、切出し候補点を用いて複数の行切出し候補を生成してもよい。

【0021】

行統合部112は、行切出し部110で切出された n (n は自然数)行目のストローク列の外接矩形の中心と、 $n+1$ 行目のストローク列の外接矩形の中心との垂直方向の距離を求め、求めた距離が所定の閾値よりも小さい場合に、 n 行目のストローク列と $n+1$ 行目のストローク列とを同一行に統合する第1の行統合処理を行う。

【0022】

また、行統合部112は、行切出し部110で切出された n 行目のストローク列に分数罫に対応するストロークが存在するか否かを判定し、当該ストロークが存在すると判定した場合に、当該ストロークの外接矩形の上端と m (m は n とは異なる自然数)行目のストローク列の外接矩形の下端との垂直方向の距離と、当該ストロークの外接矩形の下端と m 行目のストローク列の外接矩形の上端との垂直方向の距離とを求め、求めたいずれかの距離が所定の閾値よりも小さい場合に、 n 行目のストローク列と m 行目のストローク列とを同一行に統合する第2の行統合処理を行ってもよい。

10

【0023】

また、行統合部112は、行切出し部110で生成された複数の行切出し候補のそれぞれについて行統合処理(第1の行統合処理、及び/又は第2の行統合処理)を行った後、複数の行切出し候補のそれぞれについて数式認識を行って数式の確からしさを求め、複数の行切出し候補のうち、数式の確からしさの値が最も大きい行切出し候補を選択して出力してもよい。

20

【0024】

認識部114は、行切出し部110及び行統合部112で行切出し処理及び行統合処理が行われたストローク列から、数式認識エンジンにより行ごとに数式を認識する処理を行う。

【0025】

表示制御部120は、入力されたストローク列を表示部190に表示させる制御と、認識部114により認識された複数行にわたる数式(認識結果)を表示部190に表示させる制御を行う。

【0026】

30

2. 本実施形態の手法

2-1. 基本方式

図2は、本実施形態の行切出し手法を模式的に示す図である。本実施形態の手法では、まず、文字列認識における行切出しの方式を基本方式として用いて数式の行切出しを行う。この基本方式は、ストローク列を複数のブロックに分ける処理(ステップS1)、行切出し候補点となるオフストロークを決定する処理(ステップS2)、行切出し候補点を用いて複数の行切出し候補を生成する処理(ステップS3)の3ステップから成る。

【0027】

基本方式のステップS1では、行切出し部110は、入力されたストローク列 ST に含まれるオフストローク OS のうち閾値 B を超える長さをもつオフストローク OS を検出し、閾値 B を超える長さをもつオフストローク OS で区切られる連続するストローク列をブロック BL として分ける(図3参照)。図3に示す例では、数式「 $5 + 2 = 7$ 」「 $7 + 3 = 10$ 」に対応するストローク列 ST が、「 $5 +$ 」、「 2 」、「 $=$ 」、「 7 」、「 7 」、「 $+ 3$ 」、「 $=$ 」、「 1 」、「 0 」に対応する9個のブロック BL に分けられている。閾値 B は平均文字サイズを基準として決定され、ここでは、閾値 B を平均文字サイズの 0.8 倍としている。平均文字サイズは入力されたストローク列から求めることができる。すなわち、入力された各ストロークの外接矩形を求め、各外接矩形の垂直(縦)方向又は水平(横)方向の長さが大きい順に各外接矩形をソートすることで、各外接矩形の垂直方向又は水平方向の長さの平均値を求める。そして、求めた平均値を平均文字サイズとする。

40

【0028】

50

基本方式のステップ S 2 では、行切出し部 1 1 0 は、ブロック B L 間のオフストローク O S (前のブロック B L の最後のストロークと次のブロック B L の最初のストローク間のオフストローク) のうち閾値 L を超える長さをもつオフストローク O S を検出し、閾値 L を超える長さをもつオフストローク O S を行切出し候補点 S P として設定する (図 4 参照) 。なお、ここでは閾値 L を平均文字サイズの 5 倍としている。図 4 に示す例では、5 点の行切出し候補点 S P₁ ~ S P₅ が設定されている。また、図中 S は、ストローク列 S T の開始点であり、図中 E は、ストローク列 S T の終了点である。

【 0 0 2 9 】

基本方式のステップ S 3 では、行切出し部 1 1 0 は、ステップ S 2 で得られた全ての行切出し候補点 S P (及び、開始点 S、終了点 E) を用いて行切出し候補ラティス L T を生成し (図 5 参照)、6 つのグローバル特徴量を入力として M C E (Minimum Classification Error Training) で訓練された線形判別式によって上位複数の経路 (上位複数の行切出し候補) を求める。図 5 に示す例では、「 S 」 「 S P₃ 」 「 E 」 の経路 (すなわち、「 5 + 2 = 7 」を 1 行目とし、「 7 + 3 = 1 0 」を 2 行目とする行切出し候補) が、線形判別式とビームサーチによって得られる最適な経路 (第 1 位の行切出し候補) となる。

10

【 0 0 3 0 】

ここで、基本方式 (ステップ S 1 ~ S 3) によって複数行にわたる数式を行切出しすると、括弧などの書き足しによる誤分割や、分数の誤分割 (分数が複数の行として切出されてしまう) が生じる場合がある。図 6 A、図 6 B に、基本方式による誤分割の具体例を示す。図 6 に示す外接矩形 C R は、それぞれストローク列から切出された行を示している。図 6 A は、書き足しによる誤分割の例であり、先頭行の「 (x² - 9 x + 2 0) (x - 7) 」において、「 x² - 9 x + 2 0 」が筆記された後に、その左側に開き括弧が筆記され、右側に閉じ括弧が筆記されたことで、開き括弧から閉じ括弧へのオフストロークの長さが閾値 L を超えたため、「 (x² - 9 x + 2 0 」と「) (x - 7) 」の 2 行に過分割されてしまっている。図 6 B は、分数の誤分割の例であり、分数の分子、分母、分数罫 (括線) がそれぞれ 1 つの行として過分割されてしまっている。

20

【 0 0 3 1 】

2 - 2 . 第 1 の行統合処理

本実施形態の手法では、括弧などの書き足しによる誤分割を解消するために、基本方式の 3 ステップの後に、第 1 の行統合処理 (図 2 のステップ S 4) を追加して実行する。なお、ステップ S 4 以降の処理は、ステップ S 3 で得られた複数の行切出し候補ごとに行われる。

30

【 0 0 3 2 】

図 7 は、第 1 の行統合処理の一例を示すフローチャートである。まず、行統合部 1 1 2 は、行番号を表す変数 i に 1 をセットする (ステップ S 1 0) 。なお、図中のループ開始端 (ステップ S 1 0) には、「変数 = 初期値、終値、増分値」を記載し、ループ終了端 (ステップ S 1 6) には、「変数」を記載している。ここで、変数 L N は、切出された行の総数を表す変数である。

【 0 0 3 3 】

次に、行統合部 1 1 2 は、i 行目のストローク列の外接矩形の中心と i + 1 行目のストローク列の外接矩形の中心との垂直方向の距離 D y を算出する (ステップ S 1 1) 。すなわち、i 行目のストローク列の外接矩形の中心の y 座標と i + 1 行目のストローク列の外接矩形の中心の y 座標の差の絶対値を距離 D y として求める。次に、行統合部 1 1 2 は、距離 D y が閾値 よりも小さいか否かを判断する (ステップ S 1 2) 。なお、閾値 は、平均文字サイズを基準として実験により決定する。距離 D y が閾値 以上である場合 (ステップ S 1 2 の N) には、ステップ S 1 6 に移行する。距離 D y が閾値 よりも小さい場合 (ステップ S 1 2 の Y) には、行統合部 1 1 2 は、i 行目のストローク列と i + 1 行目のストローク列とを同一行に統合し (ステップ S 1 3)、変数 L N を 1 だけ減算し (ステップ S 1 4) し、変数 i を 1 だけ減算する (ステップ S 1 5) 。以降、変数 i を 1 ずつ加算しながら、変数 i が変数 L N に達するまで、ステップ S 1 1 ~ S 1 5 の処理を繰り返す

40

50

。

【 0 0 3 4 】

図 8 A、図 8 B に、第 1 の行統合処理の具体例を示す。図 8 A に示す例では、先頭行の数式において括弧の書き足しによる過分割が生じている。まず、図 8 A に示すように、1 行目の外接矩形 CR_1 の中心 C_1 の y 座標と 2 行目の外接矩形 CR_2 の中心 C_2 の y 座標の差の絶対値（距離 Dy ）を求め、距離 Dy と閾値 とを比較する。ここでは、1 行目と 2 行目について求めた距離 Dy が閾値 よりも小さいため、1 行目と 2 行目を統合して新たな 1 行目とする。次に、図 8 B に示すように、新たな 1 行目の外接矩形 CR_1' の中心 C_1' の y 座標と新たな 2 行目の外接矩形 CR_2' の中心 C_2' の y 座標の差の絶対値（距離 Dy ）を求め、閾値 と比較する。ここでは、新たな 1 行目と新たな 2 行目について求めた距離 Dy が閾値 よりも大きい場合、統合せずに次の行に進む。図 8 B に示す例では次の行（3 行目）がないため第 1 の行統合処理を終了する。このように、第 1 の行統合処理により、括弧などの書き足しによる誤分割を解消することができる。

10

【 0 0 3 5 】

2 - 3 . 第 2 の行統合処理

本実施形態の手法では、分数の誤分割を解消するために、第 1 の行統合処理の後に、第 2 の行統合処理（図 2 のステップ S 5）を実行する。なお、第 2 の行統合処理を行った後に第 1 の行統合処理を行ってもよく、また、第 1 の行統合処理と第 2 の行統合処理のいずれか一方を省略してもよい。

20

【 0 0 3 6 】

図 9、図 10 は、第 2 の行統合処理の一例を示すフローチャートである。まず、行統合部 1 1 2 は、行番号を表す変数 i に 1 をセットし（ステップ S 2 0）、 i 行目内のブロック番号を表す変数 j に 1 をセットし（ステップ S 2 1）、 j 番目のブロック内のストローク番号を表す変数 s に 1 をセットする（ステップ S 2 2）。ここで、変数 BN は、 i 行目内のブロックの総数であり、変数 SN は、 j 番目のブロック内のストロークの総数である。

【 0 0 3 7 】

次に、行統合部 1 1 2 は、 s 番目のストロークの外接矩形の高さ H と幅 W を取得し（ステップ S 2 3）、高さ H が閾値 よりも小さく且つ幅 W が閾値 よりも大きい（ s 番目のストロークが長い水平線分に相当するストロークであるか）否かを判断する（ステップ S 2 4）。なお、閾値、は、平均文字サイズを基準として実験により決定する。高さ H が閾値 よりも小さく且つ幅 W が閾値 よりも大きい場合（ステップ S 2 4 の Y）には、行統合部 1 1 2 は、 s 番目のストロークがルート記号の水平線（直線部分）に相当するストロークであるか否かを判断する（ステップ S 2 5）。ステップ S 2 5 の処理の詳細については後述する。 s 番目のストロークの外接矩形の高さ H が閾値 以上であるか幅 W が閾値 以下である場合（ステップ S 2 4 の N）、及び s 番目のストロークがルート記号の水平線である場合（ステップ S 2 5 の Y）には、ステップ S 3 7 に移行する。

30

【 0 0 3 8 】

s 番目のストロークがルート記号の水平線に相当するストロークでない場合（ステップ S 2 5 の N）には、行統合部 1 1 2 は、 s 番目のストロークが分数罫に相当（対応）するストロークであると判断し、行番号を表す変数 k に 1 をセットする（ステップ S 2 6）。次に、行統合部 1 1 2 は、変数 i と変数 k が一致するか否かを判断し（ステップ S 2 7）、一致しない場合（ステップ S 2 7 の N）には、 k 行目と s 番目のストロークが水平方向に重なっている（ x 軸上で離れていない）か否かを判断する（ステップ S 2 8）。例えば、 k 行目のストローク列の外接矩形の右端の x 座標よりも s 番目のストロークの外接矩形の左端の x 座標が大きい場合、又は s 番目のストロークの外接矩形の右端の x 座標よりも k 行目のストローク列の外接矩形の左端の x 座標が大きい場合に、 k 行目と s 番目のストロークが水平方向に重なっていないと判断する。変数 i と変数 k が一致する場合（ステップ S 2 7 の Y）、及び k 行目と s 番目のストロークが水平方向に重なっていない場合（ステップ S 2 8 の N）、ステップ S 3 6 に移行する。

40

50

【 0 0 3 9 】

k 行目と s 番目のストロークが水平方向に重なっている場合（ステップ S 2 8 の Y）には、行統合部 1 1 2 は、s 番目のストロークの外接矩形の上端と k 行目のストローク列の外接矩形の下端との垂直方向の距離 D_t （s 番目のストロークの外接矩形の上端の y 座標と k 行目のストローク列の外接矩形の下端の y 座標の差の絶対値）を算出し（ステップ S 2 9）、s 番目のストロークの外接矩形の下端と k 行目のストローク列の外接矩形の上端との垂直方向の距離 D_b （s 番目のストロークの外接矩形の下端の y 座標と k 行目のストローク列の外接矩形の上端の y 座標の差の絶対値）を算出する（ステップ S 3 0）。次に、行統合部 1 1 2 は、距離 D_t が閾値 よりも小さいか又は距離 D_b が閾値 よりも小さいか否かを判断する（ステップ S 3 1）。なお、閾値 は、平均文字サイズを基準として実験により決定する。距離 D_t が閾値 以上であり且つ距離 D_b が閾値 以上である場合（ステップ S 3 1 の N）には、ステップ S 3 6 に移行する。距離 D 及び距離 D_b の少なくとも一方が閾値 よりも小さい場合（ステップ S 3 1 の Y）には、行統合部 1 1 2 は、i 行目のストローク列と k 行目のストローク列とを同一行に統合し（ステップ S 3 2）、変数 L_N を 1 だけ減算する（ステップ S 3 3）。次に、行統合部 1 1 2 は、変数 i が変数 k よりも小さいか否かを判断し（ステップ S 3 4）、変数 i が変数 k よりも小さい場合（ステップ S 3 4 の Y）には、変数 k を 1 だけ減算する（ステップ S 3 5）。

10

【 0 0 4 0 】

以降、変数 k を 1 ずつ加算しながら、変数 k が変数 L_N を超えるまで、ステップ S 2 7 ~ S 3 5 の処理を繰り返す。また、変数 k が変数 L_N に達した場合、変数 s を 1 ずつ加算しながら、変数 s が変数 S_N を超えるまで、ステップ S 2 3 ~ S 3 6 の処理を繰り返す。また、変数 s が変数 S_N に達した場合、変数 j を 1 ずつ加算しながら、変数 j が変数 B_N を超えるまで、ステップ S 2 2 ~ S 3 7 の処理を繰り返す。また、変数 j が変数 B_N に達した場合、変数 i を 1 ずつ加算しながら、変数 i が変数 L_N を超えるまで、ステップ S 2 1 ~ S 3 8 の処理を繰り返す。

20

【 0 0 4 1 】

図 1 1 は、図 9 のステップ S 2 5 の処理の詳細を示すフローチャートである。まず、行統合部 1 1 2 は、変数 j に 1 をセットし（ステップ S 4 0）、j 番目のブロック内のストローク番号を表す変数 m に 1 をセットする（ステップ S 4 1）。次に、行統合部 1 1 2 は、変数 m が変数 s と一致するか否かを判断し（ステップ S 4 2）、一致する場合（ステップ S 4 2 の Y）、ステップ S 4 8 に移行する。

30

【 0 0 4 2 】

ステップ S 4 2 の条件を満たさない場合には、行統合部 1 1 2 は、m 番目のストロークの外接矩形の中心が s 番目のストロークの外接矩形の左端よりも左側に位置する（m 番目のストロークの外接矩形の中心の x 座標 s 番目のストロークの外接矩形の左端の x 座標）か否かを判断する（ステップ S 4 3）。ステップ S 4 3 の条件を満たす場合には、行統合部 1 1 2 は、m 番目のストロークの外接矩形の中心と s 番目のストロークの外接矩形の左端との水平方向の距離（m 番目のストロークの外接矩形の中心の x 座標と s 番目のストロークの外接矩形の左端の x 座標との差の絶対値）が閾値 P よりも小さいか否かを判断する（ステップ S 4 4）。ステップ S 4 4 の条件を満たす場合には、行統合部 1 1 2 は、m 番目のストロークの外接矩形の上端と s 番目のストロークの外接矩形の上端との垂直方向の距離（m 番目のストロークの外接矩形の上端の y 座標と s 番目のストロークの外接矩形の上端の y 座標との差の絶対値）が閾値 Q よりも小さいか否かを判断する（ステップ S 4 5）。ステップ S 4 5 の条件を満たす場合には、行統合部 1 1 2 は、m 番目のストロークの外接矩形の高さが閾値 R よりも大きいと判断する（ステップ S 4 6）。なお、閾値 P、Q、R は、平均文字サイズを基準として実験により決定する。ステップ S 4 6 の条件を満たす場合には、s 番目のストロークがルート記号の水平線に相当するストロークであると判断する（ステップ S 4 7）。

40

【 0 0 4 3 】

以降、変数 m を 1 ずつ加算しながら、変数 m が変数 S_N を超えるまで、ステップ S 4 2

50

～ S 4 7 の処理を繰り返す。また、変数 m が変数 S_N に達した場合、変数 j を 1 ずつ加算しながら、変数 j が変数 B_N を超えるまで、ステップ S 4 1 ～ S 4 8 の処理を繰り返す。

【 0 0 4 4 】

図 1 2 A、図 1 2 B、図 1 2 C に、第 2 の行統合処理の具体例を示す。図 1 2 A に示す例では、2 行目の数式において、分数の分子及び分数罫で 1 行、分母で 1 行として過分割されてしまっている。まず、1 行目のストローク列における各ストロークの外接矩形の高さ H 及び幅 W をそれぞれ閾値 H_{th} 及び閾値 W_{th} と比較して、長い水平線分を探す（図 9 のステップ S 2 4）と、1 行目では検出されない。同様に、2 行目のストローク列において水平線分を探すと、図 1 2 A に示すように、2 画で筆記されたルート記号の直線部分が水平線分 $L S_1$ として検出される。検出された水平線分 $L S_1$ がルート記号の直線部分であるか否かを判定するために、2 行目のストローク列において、水平線分 $L S_1$ との関係において図 1 1 のステップ S 4 3 ～ S 4 6 の条件を満たすストローク（2 画で筆記されたルート記号の先頭部分）があるか否かを判定する。2 行目にはステップ S 4 3 ～ S 4 6 の条件を満たすストロークがあるため、水平線分 $L S_1$ をルート記号の直線部分と判断する。

10

【 0 0 4 5 】

そして、2 行目のストローク列において他の水平線分を探すと、図 1 2 B に示すように、分数罫が水平線分 $L S_2$ として検出される。検出された水平線分 $L S_2$ が 2 画で筆記されたルート記号の直線部分であるか否かを判定すると、2 行目のストローク列において、水平線分 $L S_2$ との関係において図 1 1 のステップ S 4 3 ～ S 4 6 の条件を満たすストロークがないため、水平線分 $L S_2$ を分数罫と判断する。従って、水平線分 $L S_2$ を含む 2 行目を他の行と統合するか否かを判定する処理（図 9 のステップ S 2 6 ～ 図 1 0 のステップ S 3 6 のループ処理）に進む。

20

【 0 0 4 6 】

水平線分 $L S_2$ は 1 行目の外接矩形 $C R_1$ と x 軸上で離れておらず（図 9 のステップ S 2 8 の Y ）、また、水平線分 $L S_2$ の外接矩形の上端の y 座標と 1 行目の外接矩形 $C R_1$ の下端の y 座標との差の絶対値が閾値 Y_{th} よりも大きく、且つ水平線分 $L S_2$ の外接矩形の下端の y 座標と 1 行目の外接矩形 $C R_1$ の上端の y 座標との差の絶対値が閾値 Y_{th} よりも大きい（図 9 のステップ S 3 1 の N ）ため、1 行目とは統合しない。水平線分 $L S_2$ を含む 2 行目は対象としないため、3 行目について同様に判定すると、図 1 2 C に示すように、水平線分 $L S_2$ は 3 行目の外接矩形 $C R_3$ と x 軸上で離れておらず、また、水平線分 $L S_2$ の外接矩形の下端の y 座標と 3 行目の外接矩形 $C R_3$ の上端の y 座標との差の絶対値が閾値 Y_{th} よりも小さい（図 9 のステップ S 3 1 の Y ）ため、2 行と 3 行目を統合する（図 9 のステップ S 3 2）。図 1 2 C に示す例では、これ以上対象となる行がないため第 2 の行統合処理を終了する。このように、第 2 の行統合処理により、分数の誤分割を解消することができる。分数罫の候補となる長い水平線分は、ルート記号が 2 画以上で筆記された場合にも出現するが、第 2 の行統合処理によれば、分数罫を 2 画で筆記されたルート記号の直線部分と明確に区別して検出することができ、分数の誤分割を精度良く解消することができる。

30

【 0 0 4 7 】

2 - 4 . 数式認識による選択処理

40

本実施形態の手法では、行統合処理の後に、数式認識による選択処理（図 2 のステップ S 6）を実行する。なお、数式認識による選択処理を省略してもよい。

【 0 0 4 8 】

行切出し部 1 1 0 は、図 2 のステップ S 3 において、例えば第 1 位候補から第 5 位候補までの複数の行切出し候補を生成する。行統合部 1 1 2 は、それぞれの行切出し候補に対して、第 1 の行統合処理と第 2 の行統合処理の少なくとも一方を行った後、図 2 のステップ S 6 において、数式認識を行って各行の数式の確からしさを求め、各行の数式の確からしさの積が最も大きい行切出し候補を選択して、最終的な行切出しの結果とする。

【 0 0 4 9 】

なお、各行の数式の確からしさ P は、次式により求めることができる。

50

【 0 0 5 0 】

【 数 1 】

$$P = \prod P_{segj} * \prod P_{rec}(S_i | G_i) * \prod P_{rej}(R_k | SE_k) * \prod P_{Gram}$$

ここで、 P_{segj} は、ストローク j とストローク $j + 1$ が 2 つシンボルに分割される確率を示し、 $P_{rec}(S_i | G_i)$ は、ストローク列 G_i がシンボル S_i となる確率を示し、 $P_{rej}(R_k | SE_k)$ は、文法要素関係 R_k によって、2 つの文法要素の組 SE_k が 1 つの大きい文法要素にまとめられる確率を示し、 P_{Gram} は、文法規則がそれぞれ生起する確率を示す。

【 0 0 5 1 】

図 1 3 に、第 1 の行統合処理が行われた後の、複数の行切出し候補の一例を示す。図 1 3 に示す例では、第 1 位候補において、分数を含む先頭行の数式が、「 4×6 」、分数罫、「 $2 \times 4 - 6$ 」、「 $(x + 2) \times 4$ 」の 4 行に誤分割されている。また、第 2 位候補においても、先頭行の数式が誤分割されている。また、第 5 位候補では正しく行切出しされている。

10

【 0 0 5 2 】

第 1 位候補の数式の確からしさは、1 行目の「 4×6 」の確率（数式の確からしさ）を P_1 、2 行目の分数罫の確率を P_2 、3 行目の「 $2 \times 4 - 6$ 」の確率を P_3 、4 行目の「 $(x + 2) \times 4$ 」の確率を P_4 とすると、それらを掛け合わせた $P_1 \times P_2 \times P_3 \times P_4$ となる。同様に、第 2 位候補の数式の確からしさは、1 行目の確率を P_5 とすると、 $P_5 \times P_3 \times P_4$ となり、第 5 位候補の数式の確からしさは、1 行目の確率を P_6 とすると、 $P_6 \times P_4$ となる。確率 $P_1 \sim P_6$ のうち、確率 P_2 、 P_5 は数式としてあり得ないため低い率を示すが、その他の確率 P_1 、 P_3 、 P_4 、 P_5 は高い率を示す。従って、図 1 3 に示す例では、確率 P_2 、 P_5 を含まない第 5 位候補の確率（ $P_6 \times P_4$ ）が行切出しの確からしさにおいて最も高い率を示し、第 5 位候補が最終的な行切出しの結果となる。このように、数式認識による選択処理によっても、分数の誤分割を解消することができる。

20

【 0 0 5 3 】

上記の例では、複数行にわたる数式が筆記された後に、行切出し処理と数式認識処理を実行する場合について説明したが、数式の筆記途中で（筆画ごとに）行切出し処理と数式認識処理を実行することもできる（逐次方式）。図 1 4 は、逐次方式における処理の一例を示すフローチャートである。まず、ストローク番号を表す変数 j に 1 をセットし（ステップ S 5 0）、ストローク番号を表す変数 i に 1 をセットする（ステップ S 5 1）。ここで、変数 TS は、ストロークの総数である。次に、 j 番目から i 番目のストロークまで行切出しを行い（ステップ S 5 2）、 i 番目のストロークが新しい行の先頭のストロークであるか否かを判断する（ステップ S 5 3）。ステップ S 5 3 の判断は、これまで示した方法により行う。 i 番目のストロークが新しい行の先頭のストロークでない場合（ステップ S 5 3 の N）には、ステップ S 5 6 に移行する。 i 番目のストロークが新しい行の先頭のストロークである場合（ステップ S 5 3 の Y）には、変数 j に変数 i の値をセットし（ステップ S 5 4）、手書き数式逐次認識内のストローク（認識対象となるストローク）をリセットする（ステップ S 5 5）。次に、 j 番目から i 番目までのストロークから数式を認識する（ステップ S 5 6）。以降、変数 i を 1 ずつ加算しながら、変数 i が変数 TS を超えるまで、ステップ S 5 2 ~ S 5 6 の処理を繰り返す。また、上記の例では、行切出し候補点 SP を用いて切出された行を処理単位として第 1 の行統合処理、第 2 の行統合処理及び数式認識による選択処理を行う場合について説明したが、行に含まれる 1 つ又は複数のブロック BL を処理単位としてこれらの処理を行ってもよい。

30

40

【 0 0 5 4 】

3 . 評価実験

本実施形態の行切出し手法の評価及び学習に利用する複数行の手書き数式パターンとして、筆記者に予め指定した式を書き写してもらう方式と、筆記者に問題を解きながら書いてもらう方式とで、17 人から計 2,085 行の手書き数式パターンを収集した。収集し

50

た複数行の手書き数式パターンには、正しい行切出しの情報を付与した。また、パターンを増やすために、収集したパターンから1行分の数式を選択し、その外接矩形を縦方向に一定間隔で、横方向に乱数で変動させることにより、総行数16,800行のパターン(人工パターン)を生成した。

【0055】

収集した2,085行のパターンを対象に、経験的に最適と思われる閾値の前後を列挙法により探索し、行切出し精度が一番高くなる値を閾値として設定した。その結果、閾値Bを0.7(平均文字サイズの0.7倍)とし、閾値Lを5とし、閾値を0.7とし、閾値を0.4とした。また、閾値、は、数式パターン中の長い水平線分のストロークの外接矩形と高さと幅を満たすように設定し、閾値P、Q、Rは、数式パターン中の2画で筆記されたルート記号の先頭部分のストロークの外接矩形の高さと位置を満たすように設定した。

10

【0056】

本実験では、34分割交差検証法を採用した。分割数が多いのは、検定の効果を高めるためである。筆記者ごとに0から16までの番号を振り、各人のパターンを同数ずつAとBの2つに分割し、一方を評価用のテストセットに残し、他方と他の人の全てのパターンを学習セットとした。学習セットにより基本方式のステップS3で用いる線形判別式のパラメータを学習させ、テストセットに対して評価実験を行った。最後に全てのテストセットに対する評価の平均を求めた。また、分割した1~34のパターンにそれぞれ人工パターンを加えた評価実験も行った。

20

【0057】

評価基準として次に定義する行切出し精度(単位:%)を用いた。

【0058】

【数2】

$$\text{行切出し精度} = 100 \times \frac{1}{34} \times \sum_{i=1}^{34} \frac{\text{分割 } i \text{ のテストセットで正しく行切出しされた行数}}{\text{分割 } i \text{ のテストセットの総行数}}$$

表1に、基本方式(図2のステップS1~S3)での行切出し精度と、基本方式に第1の行統合処理(図2のステップS4)を追加した方式での行切出し精度を示す。

【0059】

30

【表1】

方式	基本方式	+第1の行統合処理
人工パターンなし	87.21	94.82
人工パターンあり	88.86	96.02

収集パターンに人工パターンを追加しない場合、第1の行統合処理を追加した方式では、基本方式に比べて、行切出し精度が7.61ポイント向上した。また、収集パターンに人工パターンを追加した場合、第1の行統合処理を追加した方式では、基本方式に比べて、行切出し精度が8.16ポイント向上した。これらの結果に対してpaired-t検定を実施した。その結果、両側確率でそれぞれ $3.42 \cdot 10^{-8}$ 、 $1.36 \cdot 10^{-7}$ となり、危険率 $P = 0.05$ で有意差ありと示された。このように、第1の行統合処理を追加した方式によって誤分割を効果的に解消できることが示された。また、括弧などの書き足しによる誤分割が全て解消されたことを確認した。また、収集パターンに収集パターンを含めることで行切出し精度は約1.2~1.6ポイント向上した。この結果に対してもpaired-t検定を実施し、両側確率で0.0007となり、危険率 $P = 0.05$ で有意差ありと示された。

40

【0060】

表2に、基本方式に第1の行統合処理を追加した方式での行切出し精度と、基本方式に

50

第 1 の行統合処理と第 2 の行統合処理（図 2 のステップ S 5）の両方を追加した方式での行切出し精度を示す。

【 0 0 6 1 】

【表 2】

方式 人工パターン	+第1の行統合処理	+第1の行統合処理 +第2の行統合処理
なし	94.82	95.62
あり	96.02	96.77

収集パターンに人工パターンを追加しない場合、第 1 の行統合処理と第 2 の行統合処理の両方を追加した方式では、第 1 の行統合処理のみを追加した方式に比べて、行切出し精度が 0.8 ポイント向上した。また、収集パターンに人工パターンを追加した場合、第 1 の行統合処理と第 2 の行統合処理の両方を追加した方式では、第 1 の行統合処理のみを追加した方式に比べて、行切出し精度が 0.75 ポイント向上した。これらの結果に対して paired-t 検定を実施した。その結果、両側確率でそれぞれ 0.00339、0.0037 となり、危険率 $P = 0.05$ で有意差ありと示された。このように、第 1 の行統合処理に第 2 の行統合処理を追加した方式によって分数の誤分割を効果的に解消できることが示唆された。また、ルート記号の直線部分が分数罫と誤認識されることはなかった。

【 0 0 6 2 】

表 3 に、基本方式での行切出し精度と、基本方式に第 1 の行統合処理と第 2 の行統合処理を追加した方式での行切出し精度と、基本方式に第 1 の行統合処理と第 2 の行統合処理と数式認識による選択処理（図 2 のステップ S 6）を追加した方式での行切出し精度を示す。ただし、本実験で用いた手書き数式認識システムでは三角関数を認識することができないため、テストパターンから積分と三角関数の式を除いて評価実験を行った。

【 0 0 6 3 】

【表 3】

方式 人工パターン	基本方式	+第1の行統合処理 +第2の行統合処理	+第1の行統合処理 +第2の行統合処理 +数式認識による選択処理
あり	90.11	97.21	97.67

第 1 の行統合処理と第 2 の行統合処理と数式認識による選択処理を追加した方式では、第 1 の行統合処理と第 2 の行統合処理を追加した方式に比べて、行切出し精度が約 0.46 ポイント向上した。また、長い分数罫をもつ分数の誤分割に加えて、短い分数罫をもつ分数の誤分割にも効果があることを確認した。このように、数式認識による選択処理を更に追加した方式によって複数行にわたる手書き数式の行切出しの精度がより高くなることを確認した。

【 0 0 6 4 】

なお、本発明は、上述の実施の形態に限定されるものではなく、種々の変更が可能である。本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【 0 0 6 5 】

例えば、基本方式の処理（行切出し処理）の後に、行方向を検出して補正する処理（回転補正）を行ってから、行統合処理を行うようにしてもよい。行方向は、ストローク列か

10

20

30

40

50

ら検出した直線状のストロークの向きから求めてもよいし、切出された行における最初のストロークの始点座標と最後のストロークの終点座標から求めてもよい。

【 0 0 6 6 】

また、上記実施形態では、分数の誤分割を解消するために、基本方式に第2の行統合処理を追加する例について説明したが、本発明はこれに限られない。例えば、基本方式に第2の行統合処理を追加することに代えて、基本方式のグループ分け処理（ステップS1）を変更して、分数の誤分割を解消するためのブロック統合処理に置き換えてもよい。このブロック統合処理は、行ではなくブロック同士を統合する点で第2の行統合処理と異なるが、それ以外の基本的な動作は第2の行統合処理と同様である。すなわち、ブロック統合処理では、ストローク列を複数のブロックに分ける処理を行った後、ブロック内のストローク列における各ストロークの外接矩形の高さH及び幅Wをそれぞれ閾値及び閾値と比較して長い水平線分のストロークを検出し、検出したストロークがルート記号の直線部分でないと判断されれば、検出したストロークを分数罫に対応するストロークであると判断する。そして、分数罫に対応するストロークと他のブロック（分数罫に対応するストロークを含むブロックとは異なるブロック）がx軸上で離れておらず、且つ、分数罫に対応するストロークの外接矩形の上端と当該他のブロックの外接矩形の下端との垂直方向の距離又は分数罫に対応するストロークの外接矩形の下端と当該他のブロックの外接矩形の上端との垂直方向の距離が閾値よりも小さい場合に、当該他のブロックを分数罫に対応するストロークを含むブロックに統合する。

10

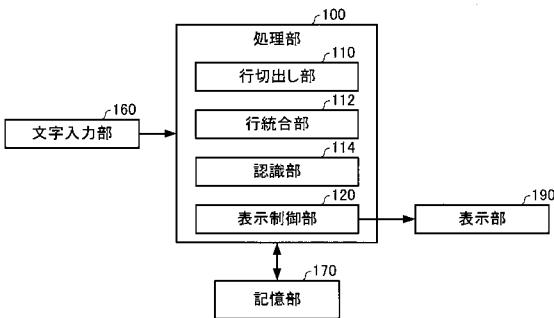
【 符号の説明 】

20

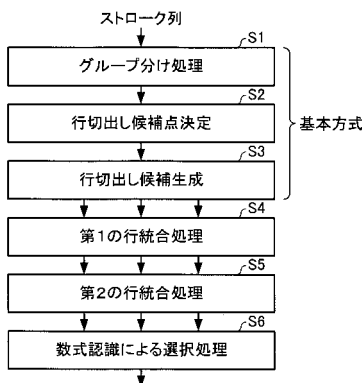
【 0 0 6 7 】

1 0 0 処理部、 1 1 0 行切出し部、 1 1 2 行統合部、 1 1 4 認識部、 1 2 0 表示制御部、 1 6 0 文字入力部、 1 7 0 記憶部、 1 9 0 表示部

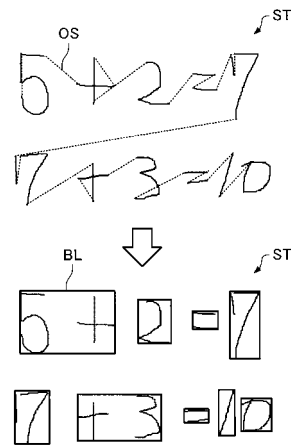
【 図 1 】



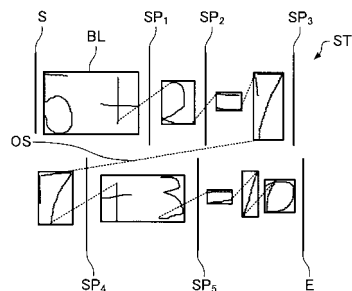
【 図 2 】



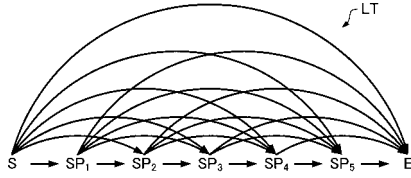
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



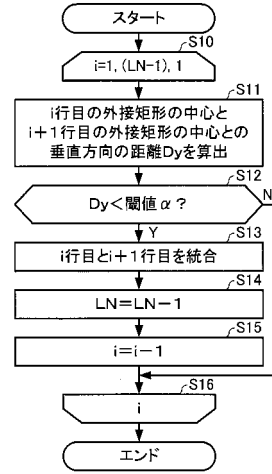
【 図 6 A 】

$$\begin{aligned} & \text{CR} \\ & \boxed{x^2 - 9x + 20} \quad \boxed{(x-7)} \\ & \boxed{= x^2 - 7x^2 - 9x^2 + 63x + 20x - 140} \end{aligned}$$

【 図 6 B 】

$$\begin{aligned} & \text{CR} \\ & \begin{array}{l} 10 \times 35 = (10 \times 5 \frac{1}{2} + 1 \frac{1}{2} \times 10 \times \frac{1}{2}) \\ + 11 \times 35 = 7 \times 5 \frac{1}{2} + 1 \frac{1}{2} \times 7 \times \frac{1}{2} \\ + 17 \times 35 = 7 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \\ \hline 11 \times 35 = 35 \times 11 = 385 \\ \hline 11 \times 35 = 385 \end{array} \\ & \boxed{= 385} \end{aligned}$$

【 図 7 】



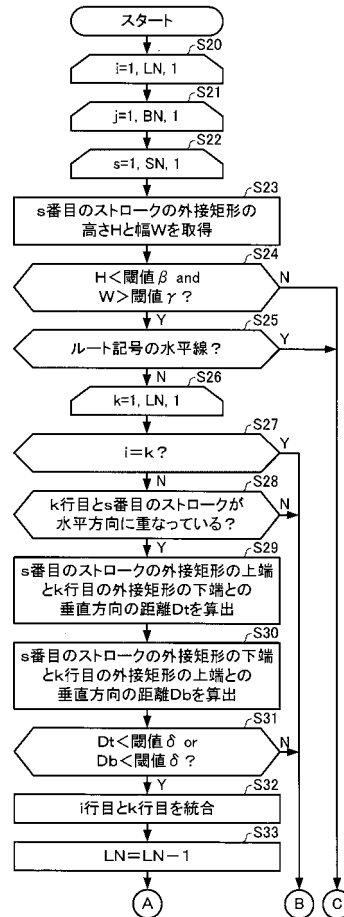
【 図 8 A 】

$$\begin{aligned} & \text{CR}_1 \quad C_1 \quad \text{CR}_2 \quad C_2 \\ & \boxed{x^2 - 9x + 20} \quad \boxed{(x-7)} \\ & \boxed{= x^2 - 7x^2 - 9x^2 + 63x + 20x - 140} \\ & \text{CR}_3 \end{aligned}$$

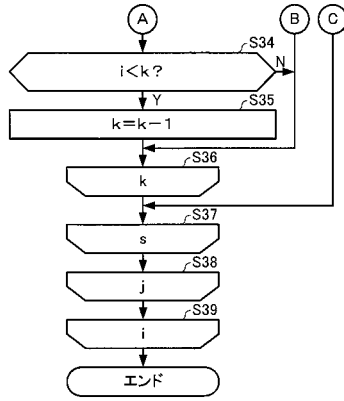
【 図 8 B 】

$$\begin{aligned} & \text{CR}'_1 \quad C'_1 \\ & \boxed{x^2 - 9x + 20} \quad \boxed{(x-7)} \\ & \boxed{= x^2 - 7x^2 - 9x^2 + 63x + 20x - 140} \\ & \text{CR}'_2 \quad C'_2 \end{aligned}$$

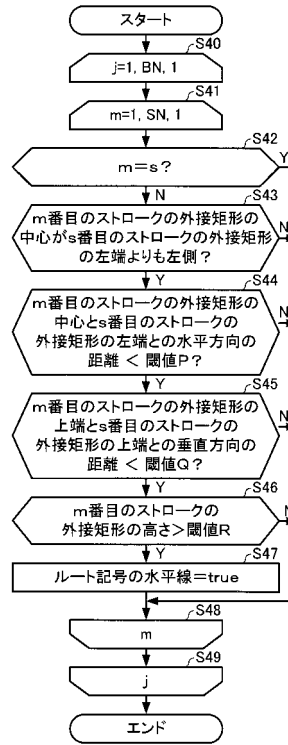
【 図 9 】



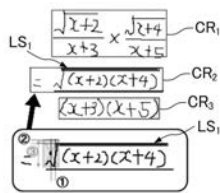
【図10】



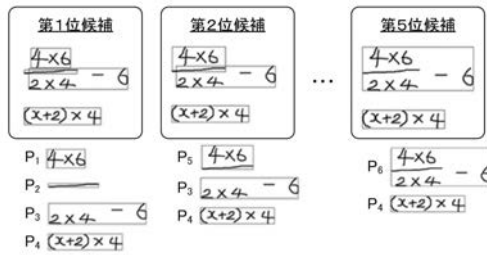
【図11】



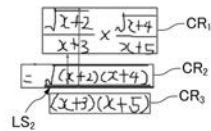
【図12A】



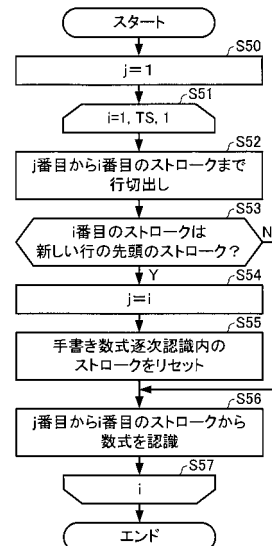
【図13】



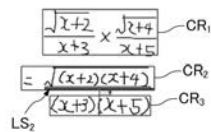
【図12B】



【図14】



【図12C】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2016/079925
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06K9/00(2006.01)i, G06K9/62(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06K9/00, G06K9/62 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2014-099182 A (Toshiba Corp.), 29 May 2014 (29.05.2014), paragraphs [0016], [0048] to [0051] (Family: none)	1-2, 4-6 3
Y	JP 2009-080615 A (The University of Tokyo), 16 April 2009 (16.04.2009), paragraphs [0033] to [0036] (Family: none)	1-2, 4-6
Y	JP 9-311905 A (Toshiba Corp.), 02 December 1997 (02.12.1997), paragraphs [0065] to [0068]; fig. 14 & US 6035064 A column 8, line 62 to column 9, line 25 & EP 809205 A2 & DE 69728469 T	1-2, 4-6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 30 November 2016 (30.11.16)		Date of mailing of the international search report 13 December 2016 (13.12.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/079925

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-256770 A (Toshiba Corp.), 12 September 2003 (12.09.2003), paragraphs [0015], [0017] (Family: none)	3
A	Yuko ETO et al., "Expressions by Spanning Tree of Minimum Cost", IEICE Technical Report, 22 February 2000 (22.02.2000), vol.99, no.649, pages 37 to 44	3

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 7 9 9 2 5													
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G06K9/00(2006.01)i, G06K9/62(2006.01)i															
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G06K9/00, G06K9/62															
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2016年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2016年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2016年	日本国実用新案登録公報	1996-2016年	日本国登録実用新案公報	1994-2016年				
日本国実用新案公報	1922-1996年														
日本国公開実用新案公報	1971-2016年														
日本国実用新案登録公報	1996-2016年														
日本国登録実用新案公報	1994-2016年														
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)															
C. 関連すると認められる文献															
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号													
Y	JP 2014-099182 A (株式会社東芝) 2014.05.29, 段落 [0016]、[0048] - [0051] (ファミリーなし)	1-2, 4-6													
A		3													
Y	JP 2009-080615 A (国立大学法人 東京大学) 2009.04.16, 段落 [0033] - [0036] (ファミリーなし)	1-2, 4-6													
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。															
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>の日の後に公表された文献</td> </tr> <tr> <td>「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</td> <td>「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td>「&」同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</td> <td></td> </tr> </table>				* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献	「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献	「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	
* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献														
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの														
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの														
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの														
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献														
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願															
国際調査を完了した日 30.11.2016		国際調査報告の発送日 13.12.2016													
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 板垣 有紀 電話番号 03-3581-1101 内線 3531	5H 4452												

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 7 9 9 2 5
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 9-311905 A (株式会社東芝) 1997. 12. 02, 段落 [0065] - [0068]、図14 & US 6035064 A, 第8欄第62行-第9欄第25行 & EP 809205 A2 & DE 69728469 T	1-2, 4-6
A	JP 2003-256770 A (株式会社東芝) 2003. 09. 12, 段落 [0015]、[0017] (ファミリーなし)	3
A	江藤 裕子 他, 最小コスト全域木探索を用いたオフライン数式構文認識, 電子情報通信学会技術研究報告, 2000. 02. 22, 第99巻 第649号, pp. 37-44	3

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA

Fターム(参考) 5B064 AB04 AB13 AB17 BA06 DD06 DD13

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。