
コミックスキャン画像からの自動コマ検出を可能とする画像処理技術「GT-Scan」の開発

野中 俊一郎*, 沢野 哲也*, 羽田 典久*

Development of “GT-Scan”, the Technology for Automatic Detection of Frames in Scanned Comic

Shunichiro NONAKA*, Tetsuya SAWANO*, and Norihisa HANEDA*

Abstract

We have developed a new image processing technology, “GT-Scan”, to detect frames in comic pages automatically. GT-Scan enables to detect frames in about 95% of boy’s comic pages and about 78% of girl’s comic pages, contributing to reduce the costs and efforts for the digital comic authoring. In this paper, we introduce the structure of the technology and procedure of development.

1. はじめに

近年、電子書籍がブームとも言える盛り上がりを見せている。世間では、「タブレット型の端末」「テキストを中心とした一般書籍」の組合せが電子書籍の話題の中心となっているが、日本国内の電子書籍売上高においては「フィーチャーフォン（従来型携帯電話）もしくはスマートフォン」が全体の約9割、「電子コミック」が全体の約8割を占めており¹⁾、話題と現実の大きなギャップが存在している。

われわれはこのような状況を鑑み、現時点での市場規模が大きく、かつ当社の画像処理技術の資産を活用可能な電子コミックの分野に着目した。電子コミックは、フィーチャーフォンもしくはスマートフォンといった紙のコミック本よりも表示領域が小さい端末で閲覧するために、コマ単位で閲覧できる工夫がほどこされているケースがほとんどである。しかし、コマ単位の閲覧を可能とするための「コマ領域データの付与」は従来多くの人手をかけて行なうしか方法がなく、電子コミックコンテンツ供給の大きなネックになっていた。そこでわれわれはこの問題を解決するため、電子コミックのコマ検出を自動的に行なうことを可能とする画像解析技術GT-Scanを開発した。

本報告では、GT-Scanの開発の背景、開発の手順、技術の詳細と効果、今後の課題について解説する。

2. GT-Scan開発の背景

2010年現在、日本国内の電子書籍売上の内訳を見ると、プラットフォームでは「フィーチャーフォンもしくはスマートフォン」、コンテンツでは「電子コミック」が全体の大部分を占めている。このとき、「フィーチャーフォンもしくはスマートフォン」は、元となった紙のコミックよりも端末のサイズが小さいため、見易さのためにコミックを「コマ」単位で表示させることが通例となっている。

コミックを「コマ」単位で表示させるためには、コマの形状や座標を表わすデータを用意する必要があるが、従来はこれらのデータを用意するためにはほとんどを手作業に頼るほかなく、大きな手間と工数が必要であり、このことが電子コミックのさらなる普及のための大きな足かせとなっていた。

われわれは、コマの座標や形状を画像処理技術で自動的に検出することができればこの問題を解決できると考えた。このときに必要になる『画像解析技術』やコミックによく見られる『二値画像処理技術』は、写真向けの画像処理技術をはじめ当社内に多くの蓄積があり、それら蓄積された技術の応用が可能であるため、優位性が期待できる。これらを踏まえ、われわれはコミックの画像からコマを自動検出する技術（GT-Scan）の開発を決意した。

本誌投稿論文（受理2011年12月15日）

*富士フイルム（株）ネット応用ビジネス推進部
〒106-8620 東京都港区西麻布2-26-30

*Internet Business Development Division
FUJIFILM Corporation

Nishiazabu, Minato-ku, Tokyo 106-8620, Japan

3. GT-Scan開発の進め方

われわれは、コミック画像を対象とした自動コマ技術GT-Scanの開発を決意したが、従来、自動コマ検出技術の事例はあったものの^{2), 3)} その精度は手作業でのコマ情報割付作業の工数を劇的に削減できるレベルには至らず、この作業の大幅な工数削減に結びつく技術は存在しなかった。われわれは従来とは抜本的に異なる技術を目指し、開発の方針やプロセスから新規に検討することとした。

まず、多くのコミックのページ内容を調査し、コマの分割パターンやコマの構成を分類した。

そして、コマの自動検出に必要なだと想定される画像処理部品をリストアップした。

その後、リストアップした画像処理部品を試作し、試行錯誤を重ねながら最適な構成・組合せ・パラメータなどを固め、技術の完成度を高めていった。

4. GT-Scanの構成

4.1 全体構成

Fig. 1にGT-Scanの処理フローを示す。GT-Scanは小さな画像処理モジュールの組合せにより構成され、全体として、入力されたコミック画像を解析してコマ情報(コマの位置、コマの形状、コマの順序)を出力する機能を持つ。

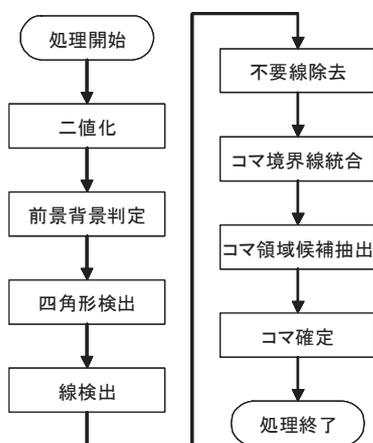


Fig. 1 Flowchart of GT-Scan.

GT-Scanはソフトウェアライブラリとして用意され、主としてPC上での電子コミックオーサリングソフトウェアと組合せて利用される。電子コミックオーサリングソフトウェアは、電子コミックデータにコマ情報を付与したり、エフェクトと呼ばれる閲覧時の効果を指定したりするなど、電子コミックコンテンツを作成する際に用いられる。GT-Scanはこれと組合せることでオーサリングの手間やコストを削減することができる。

以下、個々のモジュールの処理結果をFig. 2, Fig. 3に示しつつ、処理内容について説明する。

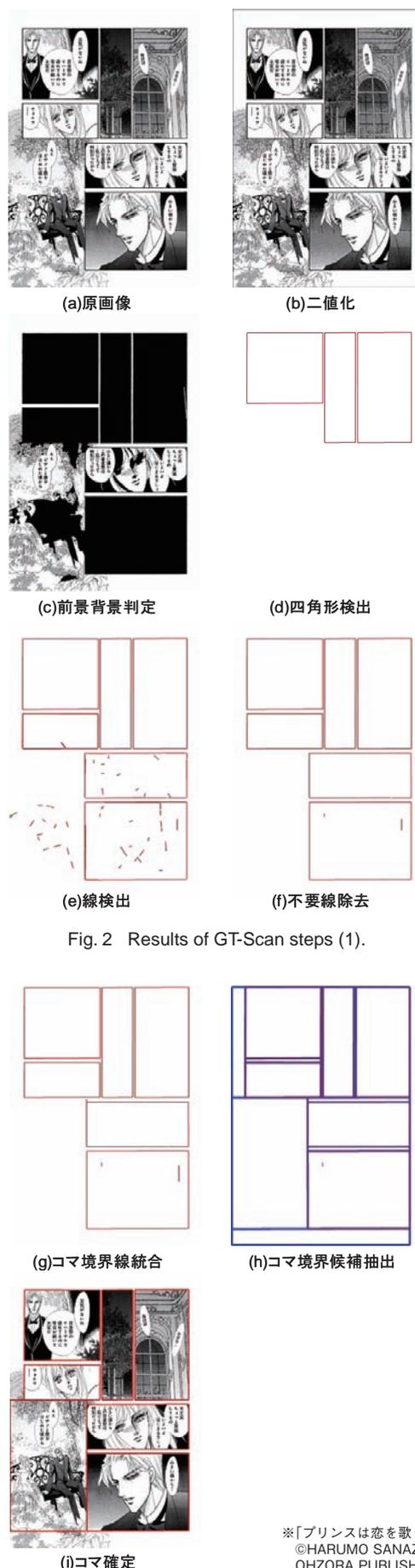


Fig. 2 Results of GT-Scan steps (1).

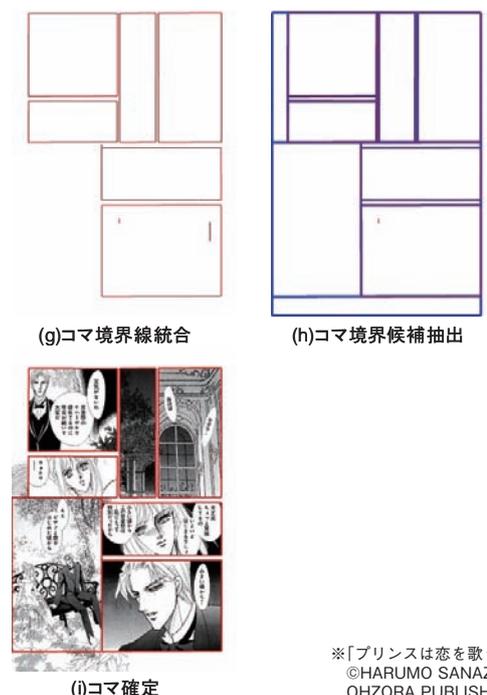


Fig. 3 Results of GT-Scan steps (2).

※「プリンスは恋を歌う」
©HARUMO SANAZAKI 2009/
OHZORA PUBLISHING Co.

4.2 二値化

コミックのスキヤン画像からコマ情報を自動検出するにあたり、後段の4.4から4.7にかけて述べるコマ境界線の検出を容易にするため、まず二値化（グレイスケールで記録された画像データを白黒の二値に変換する処理）を行なう。また原画像がカラーページである場合は、二値に先立ちグレイスケール変換を行なう。

4.3 前景背景判定

4.2で二値化した画像に対し、前景背景判定を行ない、前景（コマの内部など）と背景（コマの外側などの地の部分）の領域を分離する。Fig. 2 (c) では前景と判定された部分を黒く塗りつぶしている。この処理により、コマとそれ以外の部分を判別しやすくなる効果がある。

4.4 四角形検出

4.3で前景と背景の領域を分離した際、前景部分に単純な四角形で構成されている部分があることがある。マンガのページ構成上、コマの90%以上は基本的な形状が四角形であることから、この単純な四角形部分については、そのままコマの領域となる可能性が非常に高い。そこで、本ステップでは単純な四角形の領域を検出し、後段ではこの領域をコマ領域の候補として扱う。

4.5 線検出

4.4では、単純な四角形部分を検出し、コマ領域の候補とした。しかし、多くのコマが四角形で構成されているとはいえ、現実のコマは吹出しや人物などのオブジェクトでコマの境界線がさえぎられることが多い。結果としてコマの詳細な形状は単純な四角形ではなく、「単純な四角形+吹出しなどのオブジェクトのはみ出し部分」となっているケースが散見されるため、4.4のステップだけでは一部のコマ候補が検出されるに過ぎないことになる。そこで、4.4のステップで検出された領域以外の部分について、コマ境界線の候補を抽出するために線検出を行なう。

4.6 不要線除去

4.5は、単純にページ画像中の線を検出する処理のみを行なう。そのため、ページ境界線以外の多くの線も検出してしまい、コマ境界線の正しい検出の障害となる。そこで、本ステップにて線の位置関係、長さ、角度などからコマ境界線でないと推定できる不要線を除去する。

4.7 コマ境界線候補統合

4.6の処理を行なうと、コマの輪郭に近い形状が得られる。しかし4.6で得られたコマ境界線の候補は、所々で分断されている、もしくは正しいコマ境界線の一部しか検出されていないなどの結果となることもある。そこで、本ステップにてコマ境界線候補を統合し、より正確なコマ境界線候補を抽出する。

4.8 コマ領域候補抽出

4.4, 4.5, 4.6, 4.7.にてコマ境界線候補を得ることができ。本ステップでは、4.7までの結果をもとにコマ領域の候補を区分けする。

4.9 コマ確定

4.2～4.8で開発した各ステップの結果を用いて、本ステップで最終的にコマの領域を確定させる。

Fig. 3より、これらの処理フローにて高精度にコマを検出できていることがわかる。

5. GT-Scanの効果と課題

われわれは4.で示したようにGT-Scanを構築した。その効果を確認するためにGT-Scanと試作したオーサリングツールを組合せ、コマ情報付与の手間・工数の削減率を検証するための実証実験を行なった。実証実験における調査の概要は以下のとおり。

対象コミック：少年コミック5冊、少女コミック5冊
比較作業：オーサリングツールのみ、GT-Scan + オーサリングツール

その結果、オーサリングツールのみの場合、少年マンガ・少女マンガを問わずコマ情報付与作業に1ページあたり50～60秒がかかっていたが、GT-Scan + オーサリングツールでは1ページあたり15～20秒となり、コマ情報付与作業の時間を約70%削減できることが確認できた。

また、コマ自動検出の精度は、少年マンガで95%（1ページ内のコマの位置を全て検出できた場合のみを正解としている。すなわち、95%のページでは自動検出したコマ情報をそのまま利用可能）、少女マンガで78%の精度を達成した。

また、本稿では詳細は説明しないが、GT-Scanは、コマに対して読むべき順序を自動的に付与する機能も備える。このコマ閲覧順序自動付与機能については、コマ自動検出に成功したページのみを対象をした場合、99%のページで正しい結果が得られた。

一方で、オーサリング時には、コマ情報の付与だけでなく、別の作業も多くの手間・工数がかかることが明らかになってきた。スマートフォンなどの小画面端末においてコマをクローズアップして画面表示をする場合、特に大きいコマを複数回にわけて表示をすることがある。このとき、大きいコマを表示端末の画面サイズに合わせてどのように分割してどのような順序で表示するかを指定する作業に予想以上の作業工数がかかることがわかった。

そこで、これらの作業についても自動化を可能とするような技術開発を行なうことが今後の課題となる。

6. GT-Scanの適用先

GT-Scanはコミックのコマを自動検出することができる技術であり、2011年11月現在、当社では出版社等からお預かりしたコミックデータにコマ情報を付与する作業（オーサリング作業）を行なう際にオーサリングツールと組合せて活用している。また、GT-Scanを組み込んだオーサリングツールを使うことにより、EPUB形式のコンテンツファイルを出力することも可能となる。

GT-Scanを組み込んだオーサリングツールにて出力されたコンテンツファイルは、当社が商品化しているGT-Comic Viewer（当社が開発した電子コミックビューア、2011年11月現在AndroidOS上で動作可能）にて、コマをクロースアップしながら快適に閲覧することが可能であり、いくつかの商用の電子コミックコンテンツにて採用されている（http://fujifilm.jp/business/imaging/keitai_service/gt-scan/index.html）。

また、「雑誌・カタログ・医学などの専門書などの固定レイアウトコンテンツをスマートフォンなどの小画面端末で閲覧する際にGT-Scanのような技術を使いたい」というご要望も多く頂いており、コミック以外への適用先拡大も検討課題となっている。

7. まとめ

電子コミックをフィーチャーフォンやスマートフォンなどの小画面の端末での閲覧を容易にするためにはコマ情報を付与するオーサリング作業が必要となるが、従来はオーサリングはほとんどを手作業で行なう必要があり、高コストとなってしまうという問題があった。われわれはこの問題を解決するため、電子コミックのコマを自動検出する技術GT-Scanを開発することに成功し、従来と比較してオーサリングコストを大幅に低減させることに成功した。また、これに付随してコマ情報が付与された電子コミック用データをスマートフォンで閲覧する際にコマ単位に見やすく閲覧することが可能なGT-Comic Viewerを開発し、商品としても提供を開始した。これにより、読みやすい電子コミックを低コストで提供可能な環境を整えた。

今後の課題としては、閲覧時に大きなコマを複数回に分けて表示する際に、人物や吹き出しなどの重要な構成要素を可能な限り分断せずに表示することを可能とするための画像解析技術開発があげられる。これら技術開発のためのフィジビリティスタディーや、これら重要な構成要素の自動検出技術、これら構成要素を用いた表示領域制御技術の開発などを進めていく予定である。

参考文献

- 1) 高木利弘. 電子コミックビジネス調査報告書2010. インターネットメディア総合研究所, 東京, インプレスR&D, 2010, p.23.
- 2) In, Y. et al. Using Fast Frame Decomposition and Sorting by Contour Tracing Mobile Phone Comic Imaging System. International Journal of Systems Applications, Engineering & Development. Issue 2, 5, 216-223 (2011).
- 3) 河村圭ほか. コミック画像の文字位置特定に関する検討. 2010年電子情報通信学会総合大会講演論文集情報・システム2, p.163 (2010).

(本報告中にある“Android”はグーグル インコーポレイテッドの登録商標です。“GT-Scan”は富士フイルム(株)の登録商標です。“GT-Comic Viewer”は富士フイルム(株)により商標登録出願中です。)