

画像処理システム/画像センサ



技術導入ガイド 文字認識技術 (OCR)

Technology
Introduction
Guide

Think & See™ テクノロジー



オムロンでは、画像処理技術や機械学習技術、数値最適化技術、実装技術を応用した、人の視覚情報処理を超える、高速かつ高精度な画像センシング技術を開発しています。これらは、工場自動化 (Factory Automation) のみならず、図 1 に示すように、映像監視 (Video Surveillance)、高度交通システム (ITS: Intelligent Transport Systems)、PC やモバイル機器における顔画像処理など、様々な分野にわたって社会基盤となるアプリケーションを生み出し続けています。オムロンでは、これらの源泉となる強力なコア技術を Think & See テクノロジーと呼んでいます。

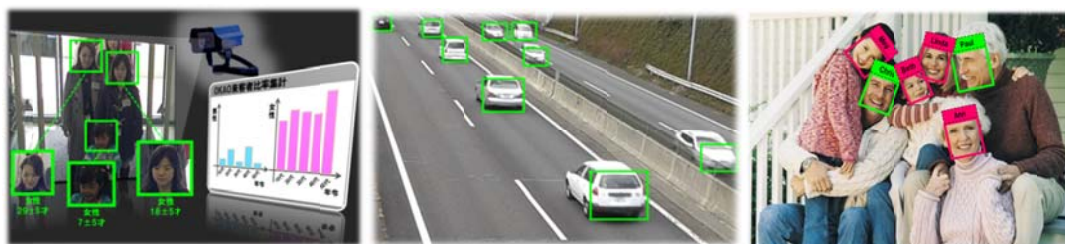


図 1. (左)映像監視システム、(中)ITS、(右)PC やモバイル機器における顔画像処理

文字認識技術の進化

オムロンの文字認識技術への取り組みは 20 年以上の歴史があります。その間、産業・社会・生活と多岐にわたる分野で図 2 に示すような製品を実現してきました。



図 2. 文字認識技術を用いたオムロンの商品、サービス例

社会分野では、晴天、降雨・降雪などの環境変化に対応し、走行中や停止中の車のナンバープレートの文字を認識する車番認識装置を開発しています。また生活分野では、デジタルカメラやモバイル端末の内蔵カメラを使い、名刺や看板等に記載された文字を認識して、名刺管理やリアルタイム翻訳サービスを実現しています。

産業分野においても、画像センサを使った品質検査の自動化は今や標準となっています。食品

や薬品の製造現場では製品の賞味期限や使用期限、ロット No. などの印字が義務付けられています。従来は印字抜けや間違いなどの有無検査が中心でしたが、近年では読取った文字の照合や、読取ったデータそのものを管理するトレーサビリティへのニーズが拡大し、製造工程における文字認識の需要・重要性がさらに高まっています。

実際の文字検査ラインの運用時には、文字認識を実行する前に初期設定を行う必要があります。具体的には、ユーザが撮影画像を基に辞書データを登録し、さらには現場で生じる変動に対応可能なパラメータ調整を行います。ここでいう変動とは、包装容器の形状に伴う印字文字歪みや傾き、高速インクジェットプリンターによる印字の乱れや文字間の近接、背景の変化などを意味します。従来の文字認識センサではこのような変動下で安定した文字検査を実現できないことが課題でした。また、辞書登録やパラメータ調整に費やす設定工数も現場での大きな負担となっていました。

ここで FA における一般的な文字認識の処理概要を図 3 に示します。前処理、文字切出し、文字認識、知識処理といった順に処理を進めます。

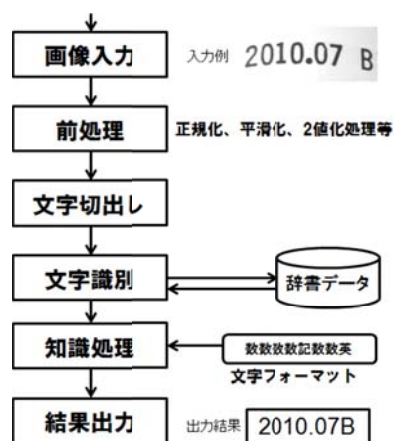


図 3. 文字認識の処理フロー

①前処理

文字列を映した画像を入力し、後に続く文字切出し処理を安定化させるために、位置や大きさを一定にする正規化やノイズ除去のための平滑化、文字か背景かを区別するための 2 値化処理などを前処理として実行します。

②文字切出し

文字列の抽出や文字列からの各文字の切出しを実行します。文字切出しの代表的な手法としては、黒画素を水平・垂直方向に投影し、射影ヒストグラムの谷を検出することで切り出すものがあります。文字が傾いたり文字同士が接触している場合、1 文字ずつを正確に切出すことは高度な工夫が必要となります。

③文字認識

切り出された各文字の矩形領域に対して、事前に登録された個々の辞書データとの照合を行います。文字認識を行うためには、識別したい文字を全て、あらかじめ辞書データとして登録して

おくことが必要です。対象文字から特徴量を抽出し、辞書データと比較することで、文字候補とその類似度を算出します。

④知識処理

” 1 (イチ) ” と ” I (アイ) ” 、 ” 0 (ゼロ) ” と ” O (オー) ” のような類似文字や同形文字の場合、これらを画像の特徴だけで識別するのは限界があります。知識処理では、アルファベットや数字、記号などの配列の規則を文字フォーマットとして記録しておき、文字フォーマットに適合した文字候補を選択することで類似文字や同形文字を識別します。

以上の処理によって、文字の認識結果が得られることになります。

オムロンの文字認識技術は、認識性能に大きく影響する文字の切出し処理と識別処理に対して、従来から図 4 に示すようなアプローチで FA 現場の課題解決に取り組んできました。そして今回、特に改善要望が高かった文字間近接や湾曲した文字列のロバストな読取り、および簡単設定の実現に着目し、新たに開発したのが Think & See テクノロジーによる新 OCR です。

		1st	2nd	3rd 
手法	切出し部	濃淡特徴解析	エッジ特徴解析	行抽出最適化 文字切出し位置最適化
	識別部	統計的識別	テンプレートマッチング	統計的識別
特徴		○内蔵辞書 ×辞書追加が困難 ×文字の近接/歪みに弱い	○調整パラメータが少ない ×辞書登録が必須 ×辞書登録数に比例して処理速度が増大	◎内蔵辞書(追加登録可) ◎文字の近接/歪みに強い ◎複数行(4行)対応
搭載商品例		F160, F210, F250 ※QUEST文字検査	FZ, FH(Ver1) ※汎用文字検査	FH(Ver2) ※OCR

図 4. 視覚センサにおける文字認識アルゴリズムの進化

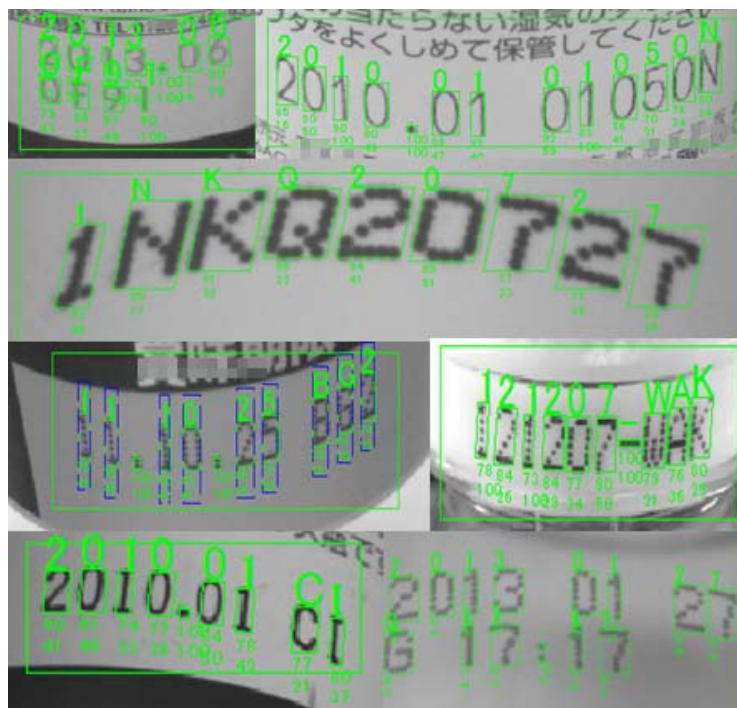
私たちは Think & See テクノロジーを基礎とし、長年蓄積してきた FA 現場の課題解決のノウハウやデータを活用することにより、文字変動に頑強なアルゴリズムを構築することに成功しました。

新・文字認識アルゴリズム (OCR) の特徴

新 OCR は、様々な文字の変動に対してロバスト性を大幅に向上しました。図 5 は文字の読取り結果の一例を示しています。



(1) 文字間の近接や接触がある場合の読取り



(2) 文字が歪んだり傾いたりする場合の読取り

図 5. 認識結果の例

このような精度向上を実現した新 OCR の特徴は、大きく 3 つ挙げられます。

1. 辞書内蔵型
2. 文字の正確な切出し
3. 正確性と高速性の両立

各特徴について、解説します。

1. 辞書内蔵型

従来から FA 現場で使われる文字検査装置の多くは、ユーザが識別対象の文字を辞書に登録する必要があり、ライン構築時の設定工数が課題となっていました。私たちがその解決策として着目したのが、内蔵辞書の導入です。オムロンでは、モバイル端末上で使われる名刺の読取や翻訳アプリケーションにおいて内蔵辞書の実績があり、構築ノウハウを蓄積しています。

新 OCR ではこの構築ノウハウと FA 現場で培ってきた経験をベースに、市場で利用される約 80 種類のフォント、および文字のサイズや背景、歪みやボケといった変動要素をカバーした大規模な文字画像データベースを構築しました。このデータベースを基に様々な文字の特徴を辞書に反映することで、高い認識率を実現できています。

またユーザが文字を追加登録できる辞書構造を採用しているので、特殊フォントの読取りやロット変更等で生じる文字変動に対しても柔軟に対応することができます。図 6 に新 OCR の辞書の模式図を示します。

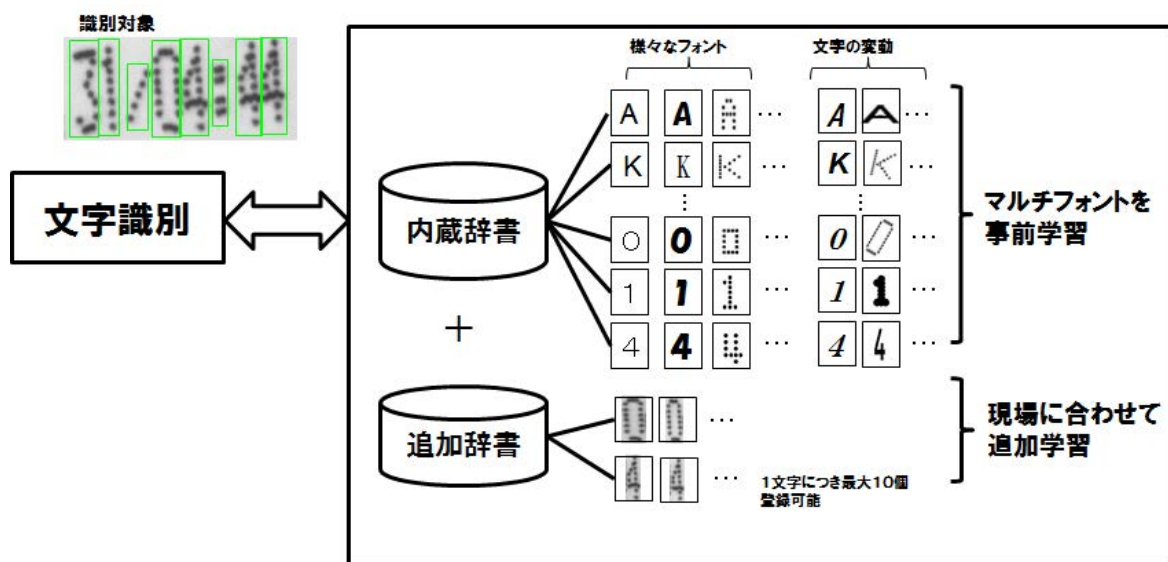


図 6. 新 OCR の辞書構造

2. 文字の正確な切出し

認識精度の向上を実現する特徴の1つが、文字の切出し処理部で開発した新手法(特許出願中)です。文字の切出し方法を「個別最適」から「全体最適」とした発想の転換がカギです。

行抽出最適化手法

文字認識を行うためには、文字切出し処理において、まず文字の行やレイアウトを正確に特定する必要があります。例えば食品包装容器には、図7に示すような製造年月日と時刻や、賞味期限と製造番号が2段組み(2行)で印字されるケースが多く見受けられます。しかし文字列が湾曲して印字されている場合や、画像上の背景に多数の文字や汚れが存在する場合に、1行目と2行目の文字列の切出しに失敗することが課題となっていました。

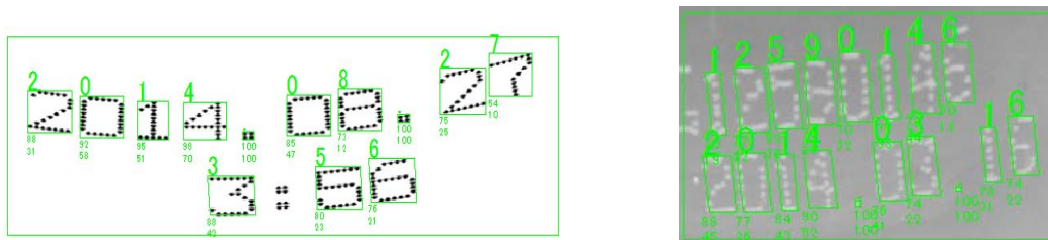


図7. 複数行の文字を認識する例

新しい行抽出最適化手法の処理の概要を図8で説明します。まず、(1)2値化画像からラベリングを行い、文字候補として(2)ラベル画像を生成します。ある文字領域を起点として、隣接する各ラベルの外接矩形のY辺が(5)に定義する条件を満たす文字領域を順に連結していくことで、同じ行に属すると推定される文字領域の組を複数抽出します。

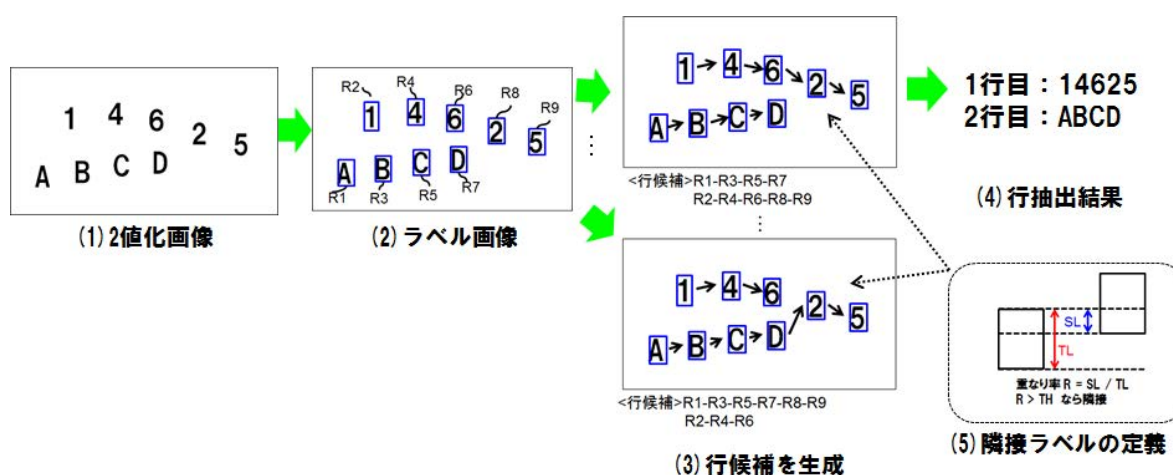


図8. 行抽出の流れ

この例では各文字列の湾曲が大きいため、行の候補として(3)のような候補が挙げられますが、文字列内の「6」と「2」、「D」と「2」とのY辺の重なり率を比較して、重なり率の大きい方を連

結が強いとみなし、最終結果として「14625」と「ABCD」という(4)の行抽出結果が得られます。このように1行目、2行目に属する両者の可能性を考慮・比較することで、傾いたり、湾曲した文字列に対しても誤判定の少ない行の切出しを実現しています。

文字切出し位置最適化手法

正しく切り出した文字列に対して、続いて1文字ごとに分割する処理を行います。文字間が近接・接触しているような場合、従来法では2文字を1文字と認識したり、あるいは1文字を複数に分割するケースが発生していました。これは「V」と「W」のような文字の形状特徴に起因することもあり、1文字ずつを順に処理するやり方では読取りが困難でした。一方、人が文字を認識する場合、文字列全体から1文字1文字の程よい分割位置を見出すことができます。このような人の文字読取り時の特性を参考に、私たちが開発したのが文字切出し位置最適化手法です。この手法は、文字列全体を対象として切出し候補を複数生成し、全体としての整合性を考慮しながら候補に含まれる正解を見つけ出すという考え方に基いています。

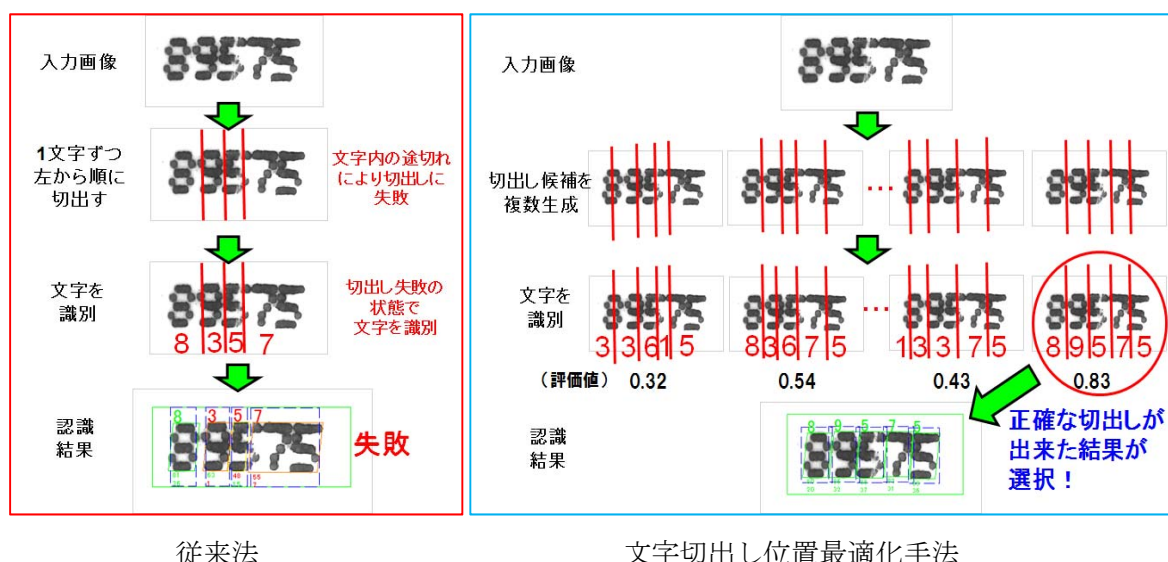


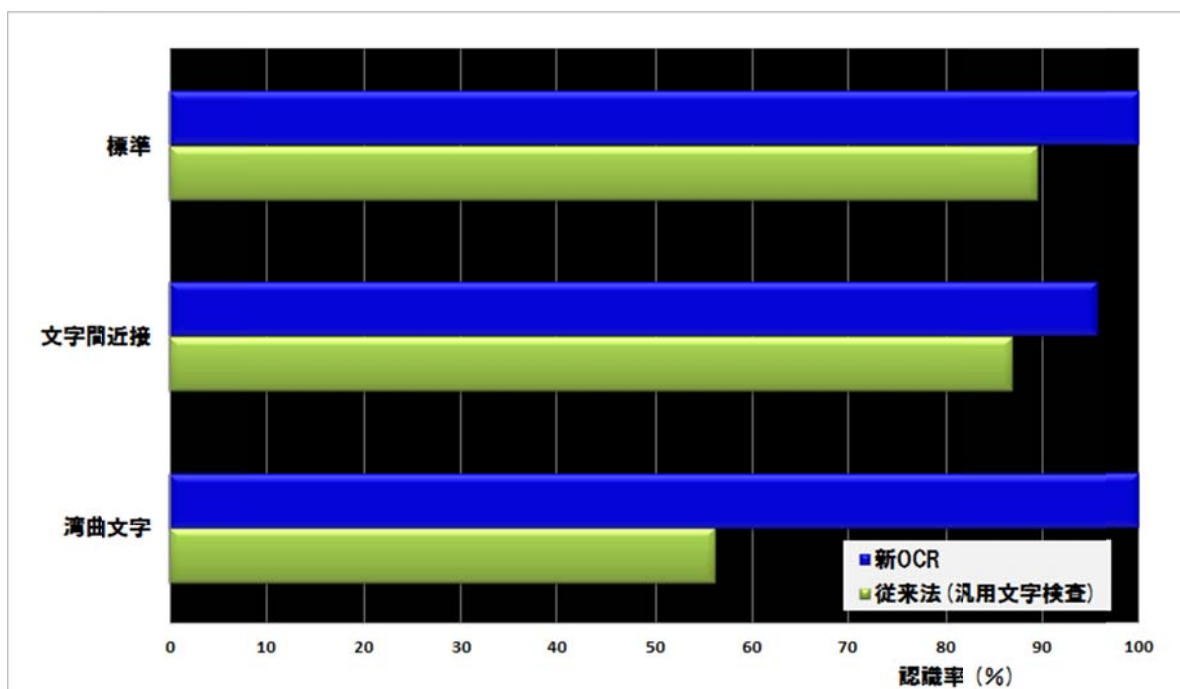
図9. 文字の切出し処理の違いによる認識結果の差

図9に示した入力文字列は隣り合う文字の接触と文字内の余白が同時に発生しています。従来法では、左から順に1文字ずつ切出して文字を識別するため、途中の文字の切出し位置にわずかなズレが生じた結果、正しい認識結果が得られませんでした。一方、文字切出し位置最適化手法では、輪郭の変曲点等の特徴をもとに、文字列全体を対象とする切出し候補を複数生成します。切出し候補の組合せに対して、文字の矩形サイズや矩形の相対位置関係などを考慮し、文字としての評価値が最も高い組合せを選択することで、正しく識別することができます。

3. 正確性と高速性の両立

新 OCR は文字の変動に頑強でありながら、従来法に対して高速化を実現しました。従来法（汎用文字検査）との認識率の比較を図 10 に、処理速度の比較を図 11 に示します。評価は実際の飲食物品や医薬品などに印字された文字を対象とし、①標準的な印字、②文字間が接触・近接、③湾曲した文字列といった条件の下で分類しました。

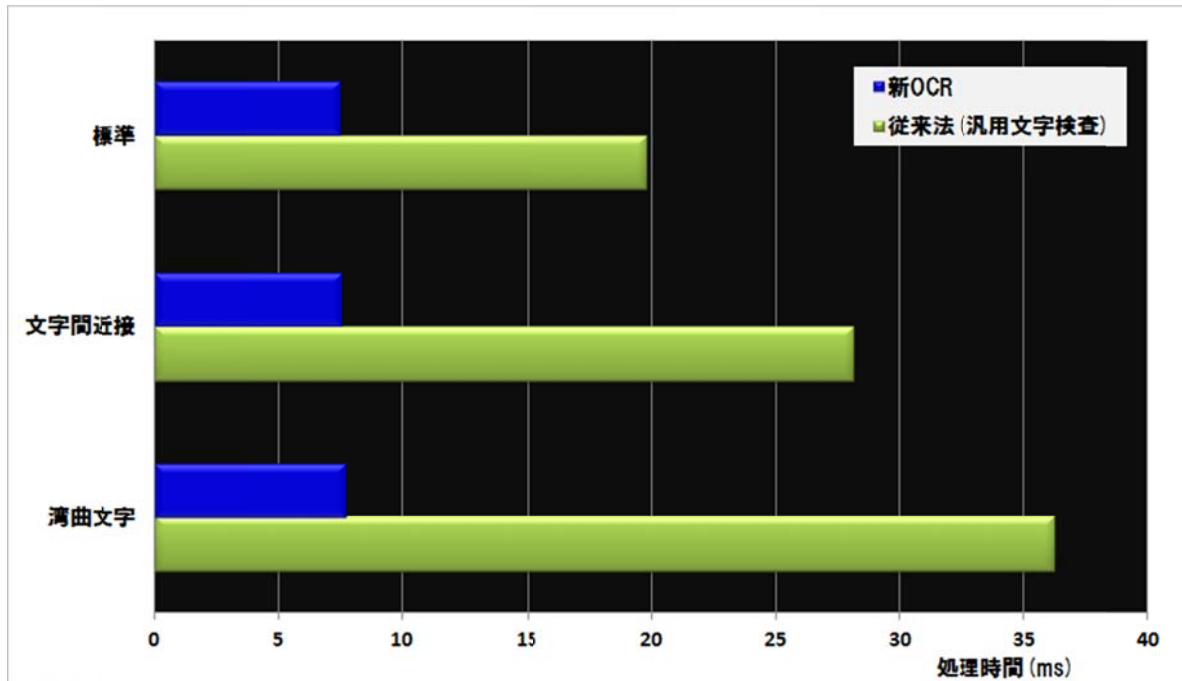
認識率で特に顕著なのは、湾曲文字に対する精度の向上です。従来法で登録できるモデルの最大数（各文字に対して 5 個）分を辞書に登録して認識した結果、全体の 5 割程度しか読み取ることができなかった湾曲文字に対して、新 OCR では内蔵辞書のみで使用で、全てのワークを認識することができました。近接文字に対しても、同様に高い読取りを実現できました。



※新 OCR は内蔵辞書のみを使用、汎用文字検査のモデル辞書には各対象文字に対して 5 個ずつ登録

図 10. 従来法との認識率の比較

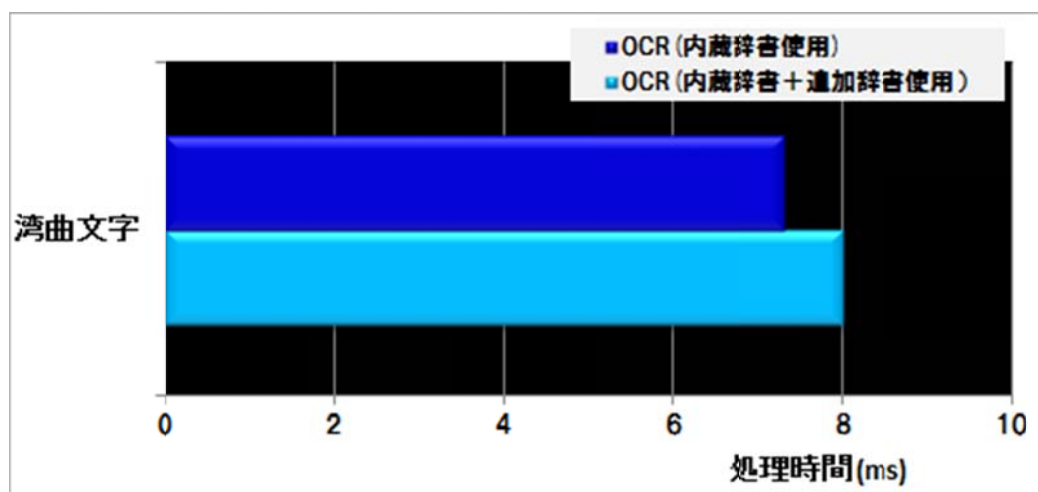
辞書登録が必要だった従来法では、登録する文字の種類や数が増えると認識率の向上に比例して、処理時間が増大するという課題がありました。新 OCR では文字の切出し処理において独自の切出し候補選択方法を採用した点、さらに内蔵辞書で保有する文字特徴データを低次元化することにより、高速処理を可能にしています。



※新 OCR は内蔵辞書のみを使用、汎用文字検査のモデル辞書には各対象文字に対して 5 個ずつ登録。形 FH-3050 にて計測

図 11. 従来法との処理時間の比較

新 OCR で内蔵辞書だけを使用して認識を行った場合と、内蔵辞書と追加辞書とを併用して認識を行った場合の処理時間を図 12 に示します。従来法は、原理的にモデル辞書の登録数に比例して処理時間が増大する特性がありますが、新 OCR では、従来法のモデル辞書と同じ文字数を追加辞書に登録した図 12 の条件において、処理時間を最大でも 30%程度の増加に抑えることに成功しています。文字の識別では、内蔵辞書データと追加辞書データを総じて照合を行う仕組みを採用しており、新 OCR のもつ辞書構造が効果を発揮しています。



※追加辞書には各対象文字に対して 5 個ずつ登録。形 FH-3050 にて計測

図 12. 辞書の違いによる処理時間の比較

Think & See テクノロジーによる文字認識は、文字検査の現場で課題となっていた印字の歪みや文字間近接といった文字の変動に対するロバスト性を向上すると共に、高速性も両立し、大幅な性能向上を成し遂げました。今後も私たちは製造ラインの更なる高速化や、生産現場のグローバル化に伴う設置環境の変化、包装資材の多様化を見据え、さらにロバスト性と高速性を向上させていきます。

様々な分野で活躍する Think & See テクノロジーは、FA 分野でもさらなる進化を遂げていきます。

本誌には主に機種のご選定に必要な
内容を掲載し、ご使用上の注意事項等は
掲載していません。
ご使用上の注意事項等、
ご使用の際に必要な内容につきましては、
必ずユーザーズマニュアルをお読みください。

- 本誌に記載の標準価格はあくまで参考であり、確定されたユーザ購入価格を表示したものではありません。
本誌に記載の標準価格には消費税が含まれておりません。
- 本誌に記載されているアプリケーション事例は参考用ですので、ご採用に際しては機器・装置の機能や安全性を
ご確認の上、ご使用ください。
- 本誌に記載のない条件や環境での使用、および原子力制御・鉄道・航空・車両・燃焼装置・医療機器・娯楽機械・安全
機器、その他人命や財産に大きな影響が予測されるなど、特に安全性が要求される用途に使用される際には、当社の
意図した商品用途の場合や特別の合意がある場合を除き、当社は当社商品に対して一切保証をいたしません。
- 本製品の内、外国為替及び外国貿易法に定める輸出許可、承認対象貨物(又は技術)に該当するものを輸出(又は
非居住者に提供)する場合は同法に基づく輸出許可、承認(又は役務取引許可)が必要です。

オムロン株式会社 インダストリアルオートメーションビジネスカンパニー

●製品に関するお問い合わせ先

お客様相談室



クイック オムロン
0120-919-066

携帯電話・PHS・IP電話などではご利用いただけませんので、下記の電話番号へおかけください。

電話 **055-982-5015** (通話料がかかります)

■営業時間：8:00～21:00 ■営業日：365日

●FAXやWebページでもお問い合わせいただけます。

FAX **055-982-5051** / **www.fa.omron.co.jp**

●その他のお問い合わせ

納期・価格・サンプル・仕様書は貴社のお取引先、または貴社
担当オムロン販売員にご相談ください。
オムロン制御機器販売店やオムロン販売拠点は、Webページで
ご案内しています。

オムロン制御機器の最新情報をご覧ください。

www.fa.omron.co.jp

緊急時のご購入にもご利用ください。

オムロン商品のご用命は