

東芝アナリティクス AI SATLYS による 肌の角層解析

Cloud Service for Analysis of Skin Stratum Corneum Using SATLYS Toshiba Analytics AI Service

江藤 雅哉 ETO Masaya 工藤 力 KUDO Riki 田中 和幸 TANAKA Kazuyuki 高原 勝彦 TAKAHARA Katsuhiko

近年、化粧品メーカーなどにより、エンドユーザー向けの肌解析サービスが提供されている。肌解析には高価な機器や専門家の作業が必要で、コストが掛かる問題があった。

そこで東芝デジタルソリューションズ(株)は、(株)ファンケル(以下、ファンケルと略記)とともに、同社独自の肌解析サービスである“角層バイオマーカー[®]解析”を自動化するために、肌の角層画像から細胞形状やバイオマーカー値を推定するAIモデルを開発した。このAIモデルを、東芝アナリティクスAI“SATLYS(サトリス)”のAI共通基盤で提供することにより、インターネット経由でアクセスして数十秒で結果を得られるので、肌解析サービスの時間短縮とコスト削減が可能になった。

Skin analysis services for end users in the cosmetics industry have become a focus of attention in recent years. However, the provision of these services requires expensive dedicated equipment and evaluation by an expert, increasing costs.

Toshiba Digital Solutions Corporation, in cooperation with FANCL Corporation, has developed an artificial intelligence (AI) model capable of estimating the shapes of cells and biomarker levels using images of the stratum corneum in order to fully automate the process of skin analysis uniquely developed by FANCL Corporation as a storefront service. We have applied this AI model to skin analysis using the SATLYS Toshiba Analytics AI service and created a new cloud-based service. The new service makes it possible to automatically obtain results in less than a minute, achieving quick and easy operation at low cost.

1. まえがき

東芝デジタルソリューションズ(株)は、東芝アナリティクスAI SATLYSを提供している。SATLYSは、当社の幅広い事業領域の知見と長年のAI研究の成果を生かし、上流の課題設定からシステム構築・運用まで、トータルサポートを提供するサービスである。

更に、AIサービスに必要な要素技術を顧客が利用しやすいマネージドサービスとして提供するために、SATLYS AI共通基盤を開発した。これは、学習・推論から学習済みモデルの運用までをサポートするクラウドサービスのプラットフォームであり、学習・推論、データアップロード・ダウンロードなどの標準的な機能をREST (Representational State Transfer) API (Application Programming Interface) で提供する。これにより、柔軟に外部のクラウドサービスやアプリケーションと連携したシステムを構築できる。また、SATLYS AI共通基盤は、再学習後のモデルの比較・入れ替えや、スケールアウトを容易にするために、コンテナ技術をベースにしたシステムアーキテクチャーを採用している。

この度、ファンケルとの共創によりAIモデルで肌の角層細胞の画像からバイオマーカー値や細胞形状を推定する技術を開発し、SATLYS AI共通基盤上に実装して、角層解析

AIシステムを実現した。従来角層解析は、時間とコストが掛かっていたが、店舗アプリケーションからAIモデルを呼び出して、数十秒で結果を得られるようになり、時間・コストの削減につながった(図1)。

ここでは、AIによる角層細胞の解析技術について述べる。また、SATLYS AI共通基盤への実装や、ファンケルと当社によるAIの共創プロセスについても述べる。

2. 角層解析

2.1 従来の角層解析

肌の状態を調べるためには、角層の細胞一つ一つの形状やバイオマーカー値を分析することが有効とされている。

ファンケルの一部の直営店では、肌の角層細胞から皮膚の老化などに関わる指標となるたんぱく質(角層バイオマーカー[®])の特定による、独自の角層バイオマーカー[®]解析が提供されてきた。角層バイオマーカー[®]解析は、従来の肌測定では不可能だった肌内部のダメージや将来的な肌トラブルを可視化できる。しかし、採取した角層中のバイオマーカー値を生化学的に解析するには、高価で特殊な機器と専門的な技術が必要であり、測定には時間が掛かった。更に、肌の状態を評価する方法として、角層細胞の形状を解析する手法があったが、専門家が目視で測定する必要があ

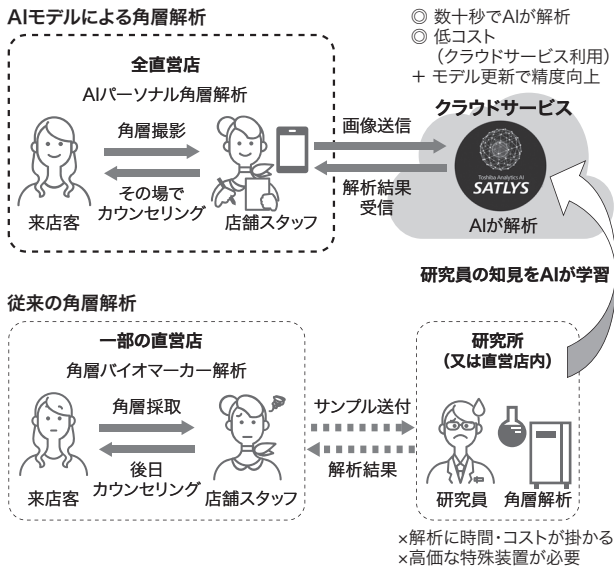


図1. SATLYS AIによる角層解析に掛かる時間とコストの削減

角層解析業務をAIで自動化し、カウンセリングサービスの時間短縮とコスト削減を実現した。

Reduction of time and cost of stratum corneum analysis by using SATLYS AI service

り、ここにも時間とコストの問題があった。

2.2 AIモデルの構築

このような問題を解決するために、角層細胞を生化学的に解析する代わりに、角層細胞を顕微鏡で撮影した画像(角層画像)から、細胞の形状及びバイオマーカー値を推定する技術を開発した。角層画像の解析のために、細胞形状を推定するセグメンテーションモデルとバイオマーカー値を推定する回帰モデルを、角層画像を入力とした教師ありディープラーニングにより構築した。

2.2.1 角層画像の前処理

角層画像は、店舗による撮影状況の違いや肌の状態の個人差などにより、細胞の輪郭や表面が分かりにくいケースがある。そこで角層画像に、細胞の輪郭や表面を強調する前処理を施す。更に、画素値のばらつきの影響を少なくするために、標準化も行う。

2.2.2 角層細胞形状推定技術

角層細胞形状推定技術では、角層細胞一つ一つの形状を推定するため、機械学習の一つである畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の技術を用いて、ピクセルレベルで物体を推定するセグメンテーションを行い、大きさや丸みなどの形状数値指標化を行う。

セグメンテーションを実施するAIモデルの学習では、まず、学習用の角層画像に対して、個々の細胞領域の教示を実施する。その後、角層画像と教示情報のペアの学習

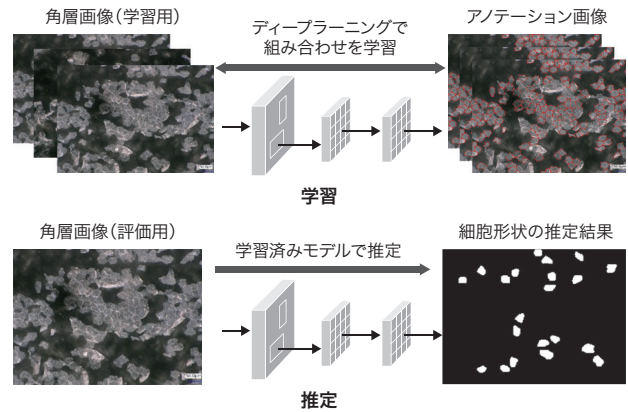


図2. 角層細胞形状推定技術

学習時は角層画像と細胞の形状を学習し、推定時は角層画像をモデルに入力することで細胞形状を得る。

Technology to estimate shapes of stratum corneum cells

で、角層細胞の領域を推定するモデルを作成した。このとき、ロバスト性の向上のため、角層画像の回転や上下左右の反転などによるデータ拡張を実施した。学習後、作成したAIモデルに来店客から採取した角層画像を入力することで、画像内の一つ一つの角層細胞について形状推定ができる(図2)。

2.2.3 バイオマーカー値推定技術

バイオマーカー値推定技術とは、角層画像を入力とし、スカラー量であるバイオマーカー値を推定する技術である。CNNによる回帰手法を用い、7種のバイオマーカー(刺激感受性たんぱく質(HSP27)、炎症たんぱく質(MIF)、細胞活性化たんぱく質(IL-1Ra)、抗酸化たんぱく質(DJ-1)、細胞乾燥たんぱく質(GAL-7)、酸化調整たんぱく質(ARG1)、炎症性細胞修復たんぱく質(NGAL))の値を推定する。

2.3 評価実験

日本人女性530名(21~78歳)から頬部角層細胞をテープストリッピング法により採取し、8ビットRGB(赤、緑、青)、0.41 μm/ピクセル、1,600×1,200ピクセルの顕微鏡で撮影した角層画像を用いて、AIモデルの学習と、推定を行った。

2.3.1 角層細胞形状推定の評価

学習後のAIモデルに55枚の角層画像をテストデータとして入力し、細胞形状推定結果と教示の重なり具合を評価した。その結果、IoU (Intersection over Union) : 0.61, 適合率 : 0.95, 再現率 : 0.64, 及びF値(適合率と再現率の調和平均であり、値が1に近いほど推定精度が高い) : 0.77の結果が得られた。細胞領域の推定とその評価結果

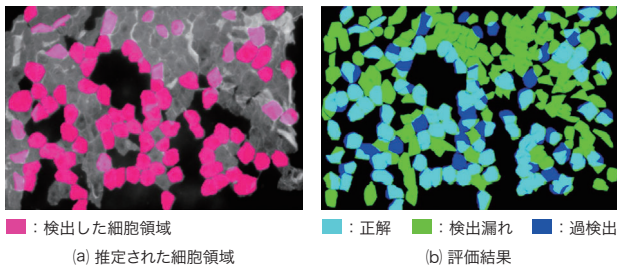


図3. 推定された細胞領域と評価結果の例

肌状態のカウンセリングを行うのに十分な数の細胞が検出され、高い精度で形状推定できた。

Estimated cellular regions and result of evaluation

の一例を、図3に示す。

細胞の検出漏れはあるものの、肌状態のカウンセリングという目的に対しては十分な数の細胞が検出され、高い精度で形状推定できることを確認した。

2.3.2 バイオマーカー値推定の評価

学習後のAIモデルに対して、93枚の角層画像をテストデータとして入力し、7種類のバイオマーカー値を推定して、実測値との比較を行った。その結果、推定値と実測値の間に、相関係数0.22～0.54の相関が得られた。

ファンケルでは数理解析モデルにより、これらのバイオマーカー推定値と角層細胞形状推定値から、肌の水分量や、バリア機能、弾力、シワ、炎症などに関する様々な生理指標値の推定が行われている。

3. SATLYS AI 共通基盤への実装

SATLYS AI 共通基盤を用いた角層解析AIシステムの構成を、図4に示す。

ファンケルの店舗アプリケーションから、SATLYS AI 共通基盤上に実装された角層細胞形状やバイオマーカー値を推定するAIサービスをREST APIで呼び出すことで、容易に角層解析システムを構築でき、“AIパーソナル角層解析”を店頭でサービス提供することが可能になった。

一般に、AIモデルは大量のデータを蓄積し、そのデータを利用して再学習することで、推定精度の維持・向上を図る。今回、AIモデルの学習・更新の機能をファンケル総合研究所向けに提供し、AIパーソナル角層解析のサービスを通じて蓄積されるデータを使って、同社が自ら必要なときにAIモデルの推定精度を維持・向上できるAI運用のセルフサービス化も実現した。

4. SATLYS AI 共創プロセス

SATLYS AI 共通基盤におけるAI開発プロジェクトの流れ

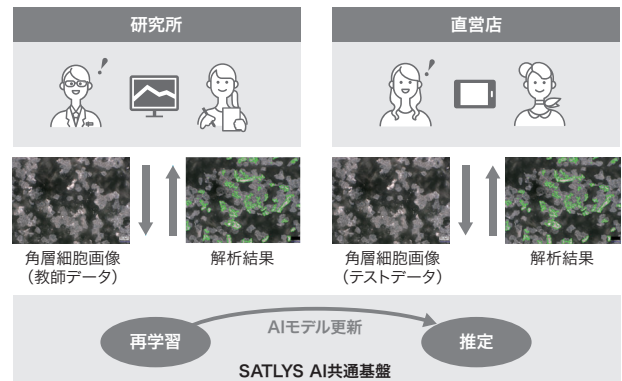


図4. AI 共通基盤を用いたシステム構成

SATLYS AI 共通基盤を用いることで、学習と更新の機能を活用して、ファンケル自身がAIモデルを管理できる。

Configuration of skin analysis system using SATLYS AI common platform



図5. SATLYS AI 開発プロジェクトの流れ

②のAIモデル開発では、三つのフェーズに分けて段階的に仮説検証を実施し、開発のリスクを抑えながらSATLYS AI開発プロジェクトを進めた。

Flow of development of skin analysis system using SATLYS AI service

を、図5に示す。

プロジェクトのはじめに①課題設定を行う。現状 (As-Is) の業務フローを明らかにしてビジネス課題を特定し、これをAIで解決した業務フローの将来像 (To-Be) を描く。次に、②AIモデル開発を行う。現有データセットを使ってAIモデルを試作し、実現性を机上検証する。その上で、SATLYS AI 共通基盤を活用して③システム構築を行い、④システム運用フェーズとして継続的な改善活動に入る。

今回、ファンケルからビジネス課題認識や皮膚科学分野の知見を、当社から画像AI技術やシステム構築ノウハウを持ち寄って、角層解析AIシステムを共創した。ポイントは、以下の二つである。

一つ目のポイントは、①の課題設定の明確化である。従来、角層の解析には時間とコストが掛かっていたので、この部分をAIで自動化できれば、時間とコストを削減してより多くのエンドユーザーにサービス提供できるという仮説が、AIモデル開発に入る前に明確になっていた。このため、不要な試行錯誤に陥ることなく、ゴールに向かってAIモデル開発を進めることができた。

二つ目のポイントは、②のAIモデル開発を、三つの

フェーズに分け、段階的に仮説検証を進めたことである。フェーズ1では、実現性が未知数であったバイオマーカー値推定に絞って検証を行った。フェーズ2では、角層細胞形状を推定対象に加えて検証を進めた。フェーズ1, 2では研究用カメラで撮影した画像で開発・検証をしたが、フェーズ3では、実運用時に店舗で使う予定のカメラで撮影したデータでAIモデルを作成した^{(1), (2)}。このように、段階的に仮説検証の範囲を広げ、システム実現に向けた開発のリスクを抑えながらプロジェクトを進めた。

②のAIモデル開発の後には、③のシステム構築に進むが、ここでプロジェクトが終了するわけではない。④のシステム運用では、AIモデルの機能拡張や、精度向上、カメラの機種変更といった環境変化への対応など、新たな課題設定と対策の検討を継続的に進めていく。

5. あとがき

角層細胞の解析業務を自動化するAIモデルを開発し、SATLYS AI共通基盤上に実装し、角層解析に掛かる時間とコストを削減した。また、推定精度向上のためのAIモデル更新及びその迅速な反映などのシステム化も実現した。これらの取り組みは、ファンケルとのSATLYS AI共創プロジェクトとして実施した。

開発したAIモデル及び角層解析AIシステムは、ファンケルの店舗アプリケーションと組み合わせる形でAIパーソナル角層解析サービスとして全直営店舗にリリースされた。今後は、AIモデルの推定対象の追加や継続的な推定精度改善について、共創を続けていく。

この共創活動で得た知見を基に、AIによる課題解決とビジネス価値創出の支援を、幅広い業種の顧客に広げていく。

謝辞

この開発に際し、貴重な知見、情報、及び意見を頂いたファンケルの関係各位に、深く感謝の意を表します。

文献

- (1) 東ヶ崎健, ほか. “ヒト皮膚角層細胞画像解析へのAI応用”. 第25回 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2022), 兵庫(ハイブリッド開催), 2022-07, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解(PRMU)研究専門委員会, 2022.
- (2) Tohgasaki, T. et al. "Novel image analysis technique decodes the physiological information engraved on the stratum corneum". 32nd IFSCC Congress(IFSCC2022), UK, 2022-09, International Federation of Societies of Cosmetic Chemists (IFSCC), 2022.

・角層バイオマーカーは、(株)ファンケルの登録商標。



江藤 雅哉 ETO Masaya
東芝デジタルソリューションズ(株)
ソフトウェア & AI テクノロジーセンター
Toshiba Digital Solutions Corp.



工藤 力 KUDO Riki, Ph.D.
東芝デジタルソリューションズ(株)
ソフトウェア & AI テクノロジーセンター
博士(工学)
Toshiba Digital Solutions Corp.



田中 和幸 TANAKA Kazuyuki
東芝デジタルソリューションズ(株)
デジタルエンジニアリングセンター AI・自動化技術サービス部
Toshiba Digital Solutions Corp.



高原 勝彦 TAKAHARA Katsuhiko
東芝デジタルソリューションズ(株)
スマートマニュファクチャリング事業部 産業ソリューション営業部
Toshiba Digital Solutions Corp.