
Java言語を利用した機種互換可能なアプリを開発できる MFP/LP向けのソリューションプラットフォーム

Solution Platform for Java Applications Development to Eliminate Model-Dependency of MFP/LP

安藤 光男*

Mitsuo ANDO

田中 浩行*

Hiroyuki TANAKA

新村 健治*

Kenji NIIMURA

大橋 英樹*

Hideki OHHASHI

大石 勉*

Tsutomu OHISHI

要 旨

リコーは2000年に業界で初めて、MFPやLP（レーザープリンタ）で動作するアプリケーションを追加できる開発ツールを公開した。2004年に発表したESA（Embedded Software Architecture）では、開発言語をC言語からJava言語とし、MFPやLPの機種に依存しないアプリケーションの作成を可能にした。さらに、アプリケーションの開発や配布を容易にし、PC上で動作するエミュレータを提供することにより、実機がなくてもアプリケーションが開発できるようになり、サードベンダを巻き込んだ価値の高いソリューションを提供できるようになった。現在では120社以上のベンダと協力し、リコーのMFPやLPの付加価値を創出し続けている。

ABSTRACT

In 2000, for the first time in the industry, Ricoh released an application development tool that enabled the user to develop additional applications for Ricoh's MFPs/LPs. And after this release, in 2004, the company introduced ESA (Embedded Software Architecture: a new architecture for software development), in which the development language was changed from the C language to the Java language so that created applications could run on various different models. This introduction of the Java technology eliminated model-dependency in created applications and as a result more efficient application development and distribution were achieved. The company also started to offer an emulation tool that enabled the user to simulate operations of an MFP/LP on a PC and to develop additional applications without actual devices. Now more than 120 vendors use ESA and various additional applications from the vendors are available to Ricoh's MFPs/LPs.

* グローバルマーケティング本部 NSS事業センター
Network Solutions & Services Center, Global Marketing Group

1. 背景と目的

オフィス業務の生産性向上のため、OA機器に対して、「ワークフロー」、「セキュリティ」、「TCO（トータルコストオブオーナーシップ）」、「コンプライアンス」、「環境」に焦点を当てた顧客価値の創造が求められている。

リコーでは、1999年に「ドキュメントハイウェイ」構想を打ち出した。これは簡単にいえば、エンドユーザーが、いつでも、どこからでも、ネットワークに接続されているさまざまな機器から、必要な情報を、最適な形で取り出し、やり取りするための仕組みを提供するというものである。即ち、ユーザーが今いる場所や利用するオフィス機器の違い、音声や動画といったデータ形式の違いを意識せずに、自由に情報をやり取りするための環境を提供するものである。

そしてこの「ドキュメントハイウェイ」構想において、デジタル複合機（MFP）やレーザープリンター（LP）といった機器の役割に大きな変化が要求された。これは、複数の複写機、プリンターを効率的にネットワークで連携させるプリンティングソリューション、ファイルサーバーによる集約的な保管、検索、出力のためのシステムを構築・運用するドキュメントソリューション、ワークフローにそったユーザーインターフェースのカスタマイズなどである。

例えば、MFPの機能をワークフローにそって使用するために、従来では、予め組み込まれたユーザーインターフェースを使用せざるを得ないため、煩雑な操作が必要な場合があった。これに対し、ワークフロー毎に抽出された機能がワンアクションで操作可能なユーザーインターフェースが要望されていた。

リコーでは、このような要望を実現するためのソリューションプラットフォームとして、C言語アプリケーション開発・実行環境を2000年から提供してきた。

さらに、2004年には、開発効率をさらに向上させ、より多くのアプリケーション開発技術者の参画を可能とするために、Sun Microsystems社が開発したJavaをベースとした機種互換可能なアプリケーション開発・実行環境を提供した。

2. 技術の特徴

2-1 ESA (Embedded Software Architecture)

リコーのMFP/LPは、共通のプラットフォーム上で各機能（コピー、プリント、スキャン、FAX）が動作する構成になっている。ESAは、こうした共通のプラットフォーム上で機種間および後継機での互換性を維持しつつ、MFP/LPの多彩な機能を生かした高度なシステム開発を可能とするJava言語を利用したアプリケーション開発プラットフォームである。

ESAは、C言語の開発ツールをさらに発展させ、開発言語にネットワークとの親和性が高いJavaを採用しており、OSへの非依存、異機種での高い互換性といったJavaの特徴を活かすことで、例えば、オフィス機器と社内システムの連携も図りやすくなり、開発期間の短縮や開発コストの大幅な低減を可能としている。

2-2 ソフトウェア構成

ESAは、C言語の開発ツールをベースに構築されている。ESAのアプリケーションには、XletとServletの2つのTypeがある。Xlet Typeは、MFP/LP上の操作パネルにユーザーインターフェースを表示するアプリケーションモデルである。Servlet Typeは、MFP/LPにネットワーク接続されたWebクライアント上にユーザーインターフェースを表示するアプリケーションモデルである。Xlet Type及びServlet Typeは、アプリケーションのライフサイクルを管理しやすい仕様となっている。アプリケーションは、それぞれ独立にリソースを管理され、複数のJavaアプリケーションを同時に実行することが可能である。Fig.1は、ESAのソフトウェア構成図である。

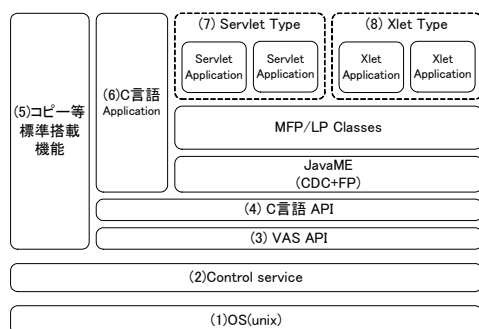


Fig.1 ESA Software Configuration.

ソフトウェア構成の各部分の概要をTable 1に記す。

Table 1 ESA Software Configuration Overview.

(1) OS(unix)	オペレーティングシステム
(2) Control Service	機器制御のために用意されている機能群
(3) VAS API	機器サービス層のラッパー層
(4) C言語API	C言語の開発ツールが提供する機種互換ライブラリ群
(5) コピー等標準搭載機能	コピー/Fax/スキャナ/印刷などの標準搭載機能群
(6) C言語Application	C言語APIを使用したアプリケーション
(7) Servlet Type	ESA Servlet Typeアプリケーション
(8) Xlet Type	ESA Xlet Typeアプリケーション

2-3 ESAの特徴、互換技術

ESAでは、Java ME (Java Platform Micro Edition) の CDC (Connected Device Configuration) 及び FP (Foundation Profile) という構成で実装している。

MFP/LPクラスは、MFP/LPの機器制御を行うことができる。MFP/LPクラスは、C言語のAPIに比べ、複雑な処理手続きを意識せずに効率良くアプリケーションが開発できるように機器制御における様々な特異性を、オブジェクト指向のMFP/LPクラス群として包み込んで提供している。

ESAは、以下のような特徴を持つ。

- (1) ESAで開発したJavaアプリケーションは、ESA対応のすべてのMFP/LP機器で使用することができ、ESAクラスライブラリは、機種共通である。
- (2) 機器の操作パネル、印刷、スキャン、ファイル保存等の機能を制御することができる。
- (3) HTTP(S), FTP, SMTP等のネットワークプロトコルを提供する。また、アプリケーションが自身でオープンソースのjcifsを使用することによってSMBも利用可能となる。
- (4) Webサービスを使用できる。これは、アプリケーション開発時に、必要に応じて拡張モジュールをインストールすることにより利用される。

2-4 MFP/LPクラス、デバイス仮想化技術

MFP/LPクラスは、MFP/LPの機器制御を行うことができ、以下のようなサービスを提供する。

(1) ユーザーインターフェース制御

「パネル制御 (パネルサービス : Panelパッケージ)」等により、ユーザーインターフェースの構築を可能とする。主なユーザーインターフェースのアイテムとして、Button, Buzzer, Icon, Label, LED, Pattern (線, 矩形を描画), Soft Keyboard, Window等を提供している。

(2) スキャン制御

「スキャン (スキャンサービス : Scanパッケージ)」を利用することにより、原稿をMFPのスキャナを利用して読み取り、読み取った画像データをMFP本体にTIFFやJPEG等の標準的な画像フォーマットで保存ができる。

(3) プリント制御

「プリント (印刷サービス : Printパッケージ)」を利用することにより、MFPのスキャナを利用して紙原稿から読み取った画像データや、ネットワーク上のクライアントから受け取った画像データの印刷を可能とする。

(4) アプリケーション管理

アプリケーションに対して以下の制御を行うことができる。

- ・インストール

- ・アンインストール
- ・起動
- ・停止
- ・アプリケーション情報取得

それぞれのサービスは、機器サービスから見ると仮想のアプリケーションとして振る舞うラッパー層であるVAS (Virtual Application Service) を経由して実現している。VASは機器本体側に置かれるサービスであり、提供する機能の仮想化を行っている。

例えば、表示に関する仮想化技術としては、インストールされるアプリケーションの情報として、そのアプリケーションの画面設計で想定されている画面サイズ情報を付加し、例えばHVGA用に設計された画面を有するアプリケーションをWVGA、若しくはSVGAの操作部画面の機器で動作させた場合でも、表示部サイズの違いに応じて自動的に拡大して表示するようになっている。

2-5 機能のバンドル化

ESA Ver.2以降ではプラットフォームにOSGiが導入されており、Ver.5以降では、追加可能な機能をバンドル単位で行うことができるようになった。

バンドルは、追加可能なオプションバンドルとESAリリース時に組み込まれ複数のバンドルから利用されるサービスバンドルに区別されている。オプションバンドルの追加・削除（インストール・アンインストール）のほか、リリース時にあらかじめ組み込まれたサービスバンドルの起動・停止も行うこともできる。これにより利用しないサービスバンドルを停止することで、メモリリソースの有効利用などを行うことが可能である。

2-6 ライセンス管理

2-6-1 ESAプラットフォームのコピー防止と改ざん防止

ESAプラットフォーム本体は、認証付きのSDカードに格納されており、SDカードをコピーしても起動しない。ESAを動作させるには、ESAプラットフォーム本

体が格納されたSDカードが、機体に挿入されている必要がある。これにより、SDカード単位でESAプラットフォームのライセンス管理を行っている。

2-6-2 アプリケーションのコピー・改ざん防止

ESAのアプリケーションが、リコーにより発行される認証データにより認証を受けた後、第三者によって不正にコピーされると、アプリケーションインストール時に、システムにより不正なアプリケーションと見なされインストールされない。

また、インストールおよびインストール後の起動時において、改ざん防止確認を行っている。これによりアプリケーションに改変や置き換え等の不正が認められた場合、そのアプリケーションは起動されない。上記の認証処理は、リコーから発行される認証データと電子署名を利用して実現される。

アプリケーション認証データを使用することで、MFP/LP上で動作するアプリケーションが機器を破損するようなものではないこと、また正規のベンダにより作成されたアプリケーションが不正にコピーされたものではないことを証明できるようにしている。

この認証はESAのプラットフォームが行う。プラットフォームは、アプリケーションのオブジェクトに組み込まれたアプリケーション認証データを使用し認証を行う。MFP/LPのリソース保護やアクセス制限などを行う認証データは、電子署名を行う際にアプリケーションのオブジェクトに組み込む。

電子署名は、アプリケーションを構成する全てのJARファイルに対して行う必要がある。

2-7 エミュレータ

ESAでは、開発支援ツールとして、Windows版およびLinux版のエミュレータを提供している。エミュレータは、MFPと同じ操作環境 (Fig.2) をPC上に構築することで、実機を使用せずに開発を始めることができ、開発作業の大半を行うことができる。実機の使用は、最終的な評価に限定できる。本エミュレータは、実機の動作環境を正確に再現させるため、実機と同一の動作環境 (J2ME) を使用し、表示や機能のエミュレー

シオンにPC上のJava（J2SE）を利用することにより、実現されている。

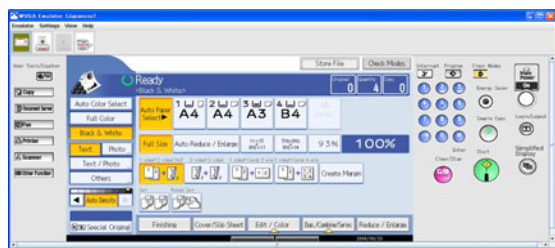


Fig.2 Emulator Screen.

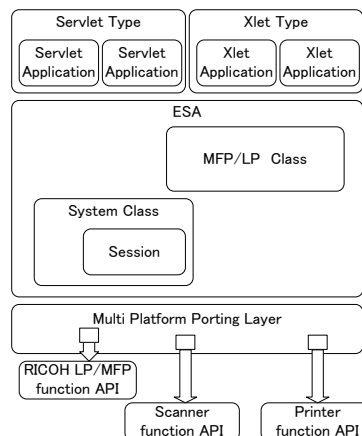


Fig.3 Multi-Platform Architecture.

2-8 マルチプラットフォーム対応

MFP/LPは、ほとんどの機種において共通のプラットフォームをもち、その上で稼動するESAは、機種間・後継機での互換性を維持してきた。一方で、一部のローエンド機器や、OEM製品など、異なるプラットフォームをもつ機種も存在する。このような機種に対してもESAをサポートし、機種互換の幅を広げることで、既存のESAアプリケーションのリソースを有効に活用する試みがなされている。

ESAは、マルチプラットフォーム対応のため、各種プラットフォームに応じて実装が可能な構造となっている。各プラットフォームに依存する処理は、ESAとネイティブの部分の中間層にあたるMulti Platform Porting Layerに実装される（Fig.3）。Multi Platform Porting Layerは、実装形態を特定していない。このため、各種プラットフォームが持つAPIに応じた実装を行うことにより、さまざまな機器上でESAを動作させることができる。

マルチプラットフォーム対応への研究テーマとして、OEM提供されている機器に対し、ESAをサポートし、いくつかのESAアプリを同機器に搭載させる試みが行われた。対象となった機器のスペックは下記の通りである。

OS : VxWorks PCD2.0 (WindRiver)
 CPU : Tx4937_MIPS 300Mz (Toshiba)
 Memory : 64MB for Java (Total 128MB)

本件では、同機器に複数のXletアプリを搭載させ、基本機能についての動作を確認した。性能面についても、JavaVMの高速化、キャッシュの利用などにより、CPUクロックで倍程度の上位機種と比較しても、アプリの性能を3割程度の低下に押さえることができた。一方、課題として、同機器のハードウェア・OS・ファンクションAPIの制約、取得可能な機器情報の制限などにより、既存のESAと完全な互換性を確保することが難しいことが明らかとなった。

また、PCや外付けBoxのように、外部機器上でESAをサポートした例もあるが、それぞれの電源状態（ON/OFF/省エネ等）が異なり制御が複雑になるという課題が明らかになった。

しかし、イベントのエミュレートや、搭載するプラットフォームがもつAPI機能を組み合わせたり、ネイティブ側の機能実装による対応などにより、各種プラットフォームへの対応が、技術的に可能であることが明らかになった。

2-9 アクティベーション

近年、ネットワークを利用して、ソフトウェアアプリケーションのパッケージ単位での販売、サービスや課金が行われている。これは、ユーザーからみると必要なサービスを必要なときに必要な分だけ利用できるためコスト面で優位であり、また必要なサービスの検索・導入が容易であるため利用面でも優れている。

ESAではFig.4に示すように、ネットワーク上のPCがActivation Clientとなり、複数のMFP/LPのアプリケーションのライセンスを管理することができるようになっている。ユーザーがアプリケーションを使用する際には、Activation ClientがActivation Serverと通信し、ライセンスを取得してMFP/LPに導入する。ライセンスの解除などもActivation Clientから可能となっている。また複数のプラグインから構成されるアプリケーションなど、複数のライセンスを必要とするアプリケーションにも対応している。

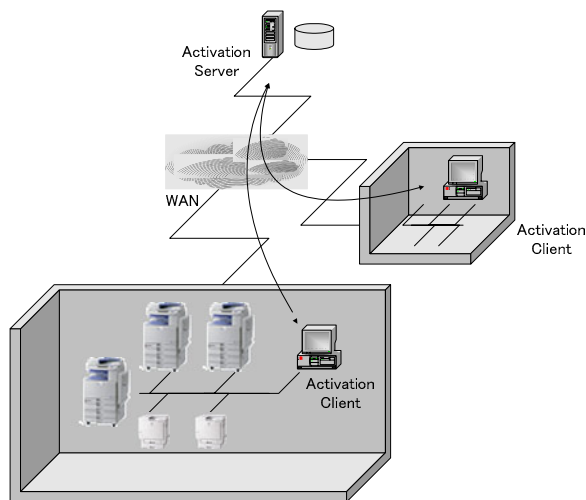


Fig.4 Activation.

2-10 アプリケーション開発サポートツール

ESAではアプリケーション開発を補助するためのツールとして、アプリケーション操作レコーダーとアプリケーション互換性チェックツールを提供する予定である。

アプリケーション操作レコーダー (Fig.5) は、Xletアプリケーションに対するユーザー操作の記録・再生

と、画面遷移の検証を行うツールである。ツールの起動・停止などはWebクライアントから行う事ができる。本ツールを利用することで、テストの効率化や障害発生状況把握が容易となる。

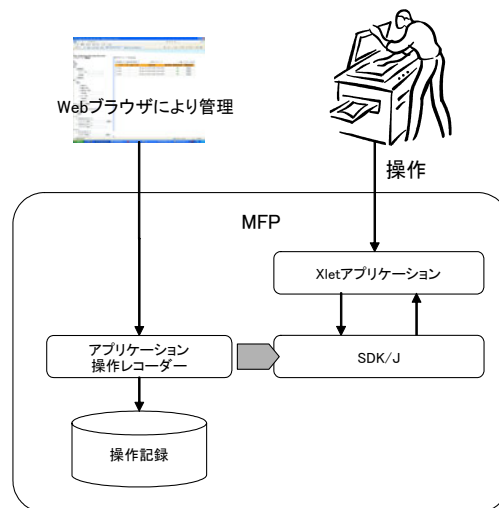


Fig.5 Application Operation Recorder.

アプリケーション互換性チェックツールは、アプリケーションと、その動作環境となるESAの各バージョンや対象機器との間のAPIレベルでの整合性を静的に解析し、レポートするツールである。本ツールは、コマンドラインやプログラム開発環境 (Fig.6) から利用でき、ESAの各バージョン間や機種間のアプリケーションのポーティングを容易にする。

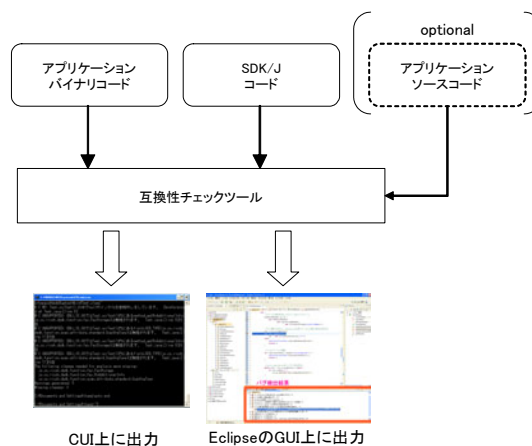


Fig.6 Application Compatibility Check Tool.

3. 成果

ESAというソリューションプラットフォームにより、新たな価値を容易にMFP/LPに組み込むことができるようになった。サードベンダを巻き込んだ、お客様に近い場所でのソリューションの開発が可能となり、市場の要望を反映したより価値の高いソリューションを提供できるようになった。現在では120社以上のベンダと協力し、リコーのMFP/LPの付加価値を創出し続けている。

4. 今後の展開

現在、多くのソリューションが全世界で提供されているが、類似したものも多く、ソリューションの品質を均一化する必要がある。例えば、特定の機能のある一定の使い方に統一するような施策が必要である。

MFP/LPに対しては常に新たな機能が要求されている。ソリューションとして追加した機能を新たな機種の標準機能あるいはAPIとして提供するには、互換性の維持やテストなどに多くの工数が必要である。SDKはAPIの集合であり、これを利用したソリューションは本体機能とのリソース競合が必ず発生する。現在では量産開始までにESAに必要な機能やソリューションのためのメモリリソースなどをあらかじめ確保し、すべて組み込んで出荷しているが、OEM製品などではそれも難しい。メモリリソースの監視機能と組み合わせることで、出荷後にソリューションに必要な機能を動的に組み込むことができれば、MFP/LPだけでなく、様々なEmbedded Systemに対してソリューションプラットフォームを組み込むことができるようになる。

5. 謝辞

最後に、本開発にご協力いただきました方々をはじめとし、関連する多くの方々に、ご指導ご支援いただきましたことを心より感謝いたします。

注1) Javaは、米国Sun Microsystems, Inc. の米国及びその他の国における商標または登録商標です。