

東京地下鉄(株) 納入 定期券印刷発行機 ES-5200

ES-5200 Commuter Pass Issuing Machine for Tokyo Metro Co., Ltd.

井出 諭 星 敬

■ IDE Satoshi

■ HOSHI Kei

近年の鉄道乗車券は、その利便性からICカード乗車券が増えている。このカードの中には電子マネーなどの情報が含まれており、今回、これらの情報を安全に取り扱うためのセキュリティ対策を施した定期券印刷発行機を開発した。

開発にあたって、電子媒体の使用によるウイルス感染防止のため2次元コードを利用した自動一括発行業務の仕組みを新たに構築した。また、開発した定期券印刷発行機の検証用に、従来機から出力されたレシート帳票類や定期券券面の印刷情報などを期待値として比較検証する突合(とつごう)^(注1)検証とその自動実行の仕組みを構築し、検証精度の向上及び検証時間の削減を実現した。

With the wide dissemination of integrated circuit (IC) cards for railway tickets in recent years due to their convenience, enhanced security has become necessary for commuter pass issuing machines that handle various types of information stored in IC cards, such as electronic money, privacy-related information, and confidential corporate data.

Toshiba has now developed a commuter pass issuing machine with a high level of security, featuring a new mechanism that makes it possible to automatically issue commuter passes using a two-dimensional (2D) code to protect it from computer virus infections via the memory device in IC cards. We have also developed an automatic cross-check verification system that improves the accuracy of verification and reduces the verification time based on information such as previous receipts and printed data of commuter passes issued by former issuing machines for comparison.

1 まえがき

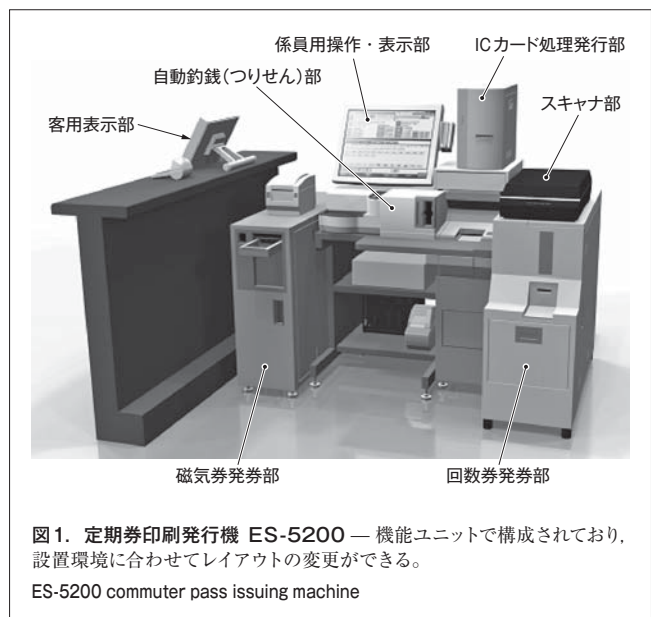
東京地下鉄(株)に、これまで定期券印刷発行機ES-1500を納入していたが、老朽化に伴い、後継機であるES-5200の採用が決まり、今回更新機を開発した(図1)。

開発にあたっては、従来機では対応が難しかった操作性の向上及び取扱データのセキュリティ性の向上や、定期券印刷発行機で取り扱える乗車区間の範囲拡大への対応に取り組んだ。更に、発行処理機能も改良し、発行データの信頼性を高めた。

まず操作性の向上に関しては、タッチパネル方式の採用、画面の大型化、及びボタン表示レイアウトの見直しを行った。また、セキュリティ性の向上に関しては、ICカード乗車券の利用が増えてきたことに伴って、個人情報や電子マネー情報のいっそうのセキュリティ確保が求められてきている。この課題に対応するために、必要なセキュリティ機能の分析、開発、及び検証を行い、日本鉄道サイバネティクス協議会 出改札システム委員会のセキュリティ評価認証制度に基づくセキュリティ認証を取得した。

また乗車区間の範囲拡大に関しては、従来機のメモリ処理の仕組みにとらわれることなく、膨大な発売データ(発売可能経

(注1) 突き合わせて比較すること。



路数約1,030万経路)を取り扱える運賃モジュールを構築した。

更に発行処理機能に関しては、次のような改良を行った。従来機は、複数枚の定期券を自動的に一括して発行する仕組みがあり、電子媒体を用いて発券に必要な情報を読み込んでいた。ただし、この場合、電子媒体を使用しているため、ウイルス感染や情報流出のおそれがある。更新機は、この課題を

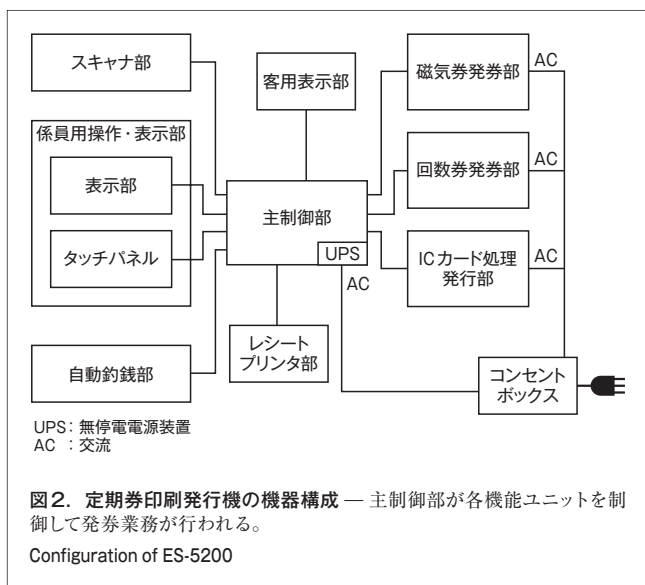
解決するために、電子媒体を使用することなくデータの受渡しができる仕組みとして、紙媒体に2次元コードを印刷する方式を構築した。

ここでは、セキュリティの確保及び、2次元コードを使用した自動一括発行の仕組みについて述べるとともに、仕様決定から製品納入までの期間が短かったため、開発期間の短縮を目的に構築した突合検証を自動実行する仕組みについて述べる。

2 定期券印刷発行機の構成

今回開発した定期券印刷発行機の機器構成を図2に示す。

この定期券印刷発行機は、タッチパネルを採用している係員用操作・表示部や、磁気定期券を処理する磁気券発券部、ICカードを扱うICカード処理発行部、預かり金の計数及び釣銭(つりせん)支払い(紙幣、硬貨)を行う自動釣銭部、購入客に乗車経路や購入や払戻の内訳を案内する客用表示部などと、それらを制御する主制御部から成る。また、後述する自動一括発行機能で2次元コードを読み取るスキャナ部と、定期券以外に普通券や回数券の発券もできる回数券発券部も搭載している。



3 セキュリティの確保

近年、様々な種類のICカードが利用されており、鉄道の乗車券もICカードの利用が増加している。IC定期券で扱っている情報には個人情報や電子マネーなどセキュリティ性の特に高い情報が含まれているため、定期券印刷発行機の内部処理や、上位システムと情報の受渡しを行う場合のセキュリティ確保が重要な課題となる。

今回この課題を解決するため、セキュリティ機能を開発し実

装した。以下にその概要を述べる。

3.1 保守員の識別認証

保守作業のため保守員が定期券印刷発行機を操作するときに、保守員の識別認証を行う。

3.2 セキュリティ状況に応じた機能の活性化及び縮退

- (1) 上位システムとの接続時に相互認証が成功するまでは、一部機能の活性化を行わない。
- (2) 上位システムとの接続状況を監視し、状況に応じて一部機能を縮退させる。

3.3 入出力資産及び内部資産の保護

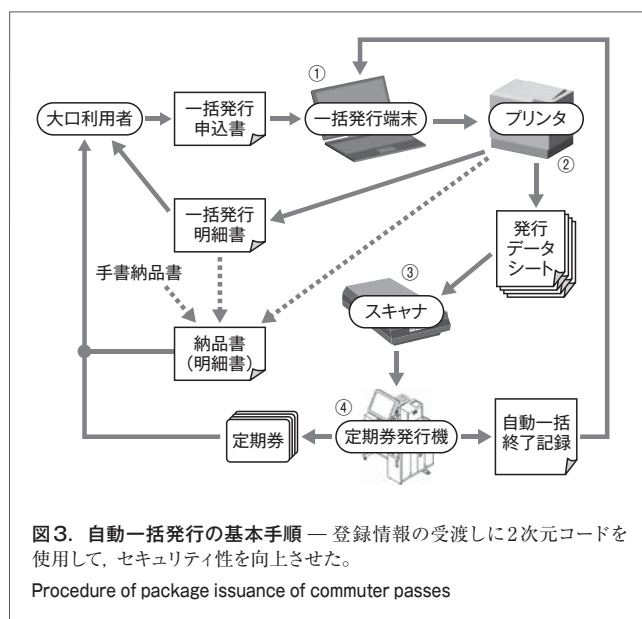
- (1) 外部へ出力するデータについては完全性を保証する。
- (2) 内部インタフェースの伝送路でも、保護資産に関する完全性を保証する。
- (3) 機密性あるいは完全性を求められる資産についてデータの保護を行う。

3.4 操作ログ、利用ログ

セキュリティ関連の操作やデータの利用を行った際のログを保存する。

4 2次元コードを使用した自動一括発行

定期券印刷発行機は、企業などの大口利用者が定期券を購入する際に使用する、複数枚の定期券を一括して自動的に発行できる仕組みがある。一括して発行する際に、あらかじめ登録用アプリケーションソフトウェアがインストールされたパソコン(一括発行端末)で、定期券購入者の個人情報を含む発行情報(氏名、年齢、乗車区間、有効期間情報など)を登録し、登録した発行情報を定期券印刷発行機に読み取らせて、定期券を発行する。



この仕組みは従来機から搭載されているが、個人情報を含む発行情報の入力及び登録を行った一括発行端末から定期券発行機にその発行情報を移動する場合に電子媒体を使用しており、コンピュータウイルスの感染や情報が外部へ流出するリスクがあった。

このデータ受渡しの際のリスクを軽減するために、今回新たに、次のような仕組みを構築した(図3)。

- (1) 一括発行端末で登録した発行情報を暗号化
- (2) 暗号データを2次元コード化して印刷(図4)
- (3) 2次元コードを定期券印刷発行機のスキャナ部で読取り
- (4) 発行情報を復号して一括発行

ここで、一括発行端末で登録した情報は暗号化され2次元コードとして印刷されるため、仮に印刷物が外部へ持ち出されたとしても解読はできない。また、一括発行端末で情報を入力し登録する場合、一括発行端末をパスワード保護することで情報を扱える者を限定することができる。

このように2次元コードの使用によって、コンピュータウイルスの感染や情報が外部へ流出することを防ぐことができるようになった。

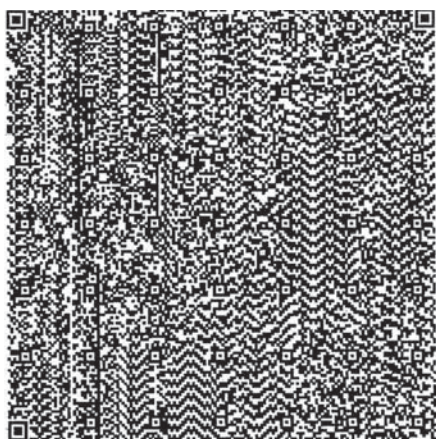


図4. 2次元コードの印刷例 — 一括発行情報が暗号化されて2次元コードに記録され、セキュリティ性が高くなっている。

Example of 2D code

5 自動実行突合検証ツール

従来機から出力するレシートや証明書、運賃情報、及び上位サーバに送る明細データなどは、従来機自身が長年にわたって運用されていることもあり、突合検証用データとしての信頼性がある。

今回開発した定期券印刷発行機の検証では、この従来機の出力結果を期待値として更新機の出力結果との突合検証を自動的に行う仕組みを構築し、品質の担保、検証精度の向上、及び検証時間の短縮を図った。

5.1 突合検証の仕組み

自動実行の突合検証の概念を図5に示す。

まず、シミュレータを使用して従来機及び更新機の出力結果を収集する。この際、従来機と更新機の操作性が大幅に異なるため、それぞれの機器に合った操作シナリオファイルに基づき、シミュレータでの自動処理を行う。次に、収集したそれぞれの出力結果は“突合項目の定義ファイル”に基づき、データ形式やデータ長の変換を行い解析結果として出力する。突合項目の定義ファイルとは、突合検証を行う場合、出力されるデータのデータ長やコード体系などが突合項目ごとに異なっているため、統一されたフォーマットで解析結果が得られるよう、変換ロジックを定義するものである。

ここで得た解析結果を突合ツールで比較検証する。突合ツールでは、従来機のプログラム変更を行う前の解析結果と、更新機のプログラム変更後の解析結果を比較することで、誤って必要のない変更を行っていないか、また、既に変更した内容が元に戻っていないか(デグレードがないか)、の確認も容易に行うことができる。

仕様の内容や差異については、“検査仕様ファイル”で定義する。従来機と更新機で仕様が一致する、一致しない、あるいは比較対象としない項目を試験番号で設定し、試験番号順に従来機解析結果と更新機解析結果のデータを読み込み突合する。突合結果は、従来機と更新機の解析結果データが横並びに比較でき、各解析結果が一致した場合は、“○”，不一致の場合は“×”，あるいは比較対象としない項目は“-”として一覧表化され、ファイルに出力される。不一致となった項目については、仕様差異によるものか、アプリケーションソフトウェアを含め、機器に使用しているいずれかのソフトウェアの

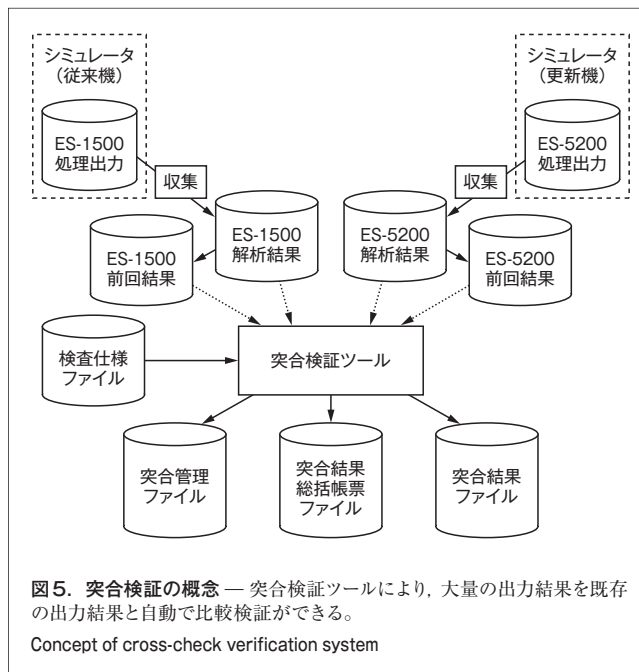


図5. 突合検証の概念 — 突合検証ツールにより、大量の出力結果を既存の出力結果と自動で比較検証ができる。

Concept of cross-check verification system

不具合などによるものかを判断する必要がある。

5.2 突合検証ツールの効果

突合検証ツールを適用した効果として品質の担保、検証精度の向上、及び検証時間の短縮が挙げられる。これらについて以下に述べる。

- (1) 品質の担保 検証対象項目が従来機と同じ仕様である場合、従来機の解析結果と一致していることが求められる。各解析結果を比較し一致していることを確認することで期待する出力が得られていると判断できる。

また、仕様が異なる項目については、解析結果が異なることの確認に加え、異なっている内容が仕様の差異と一致していることを確認することで正しい出力結果が得られていると判断できる。

例えば、従来機と更新機で同一条件のICカード定期券を発券し、発券した際に生成される明細データ、運賃情報、定期券の券面印字内容、レシートの印字内容、ICカードエンコード情報などの比較を行う。比較にあたっては、運賃情報などのように従来機と更新機で完全に一致すべき項目と、レシートの印字フォーマットのように仕様変更により一致しない項目があるが、完全一致と、部分一致を切り分けて確認できる突合ツールを開発し適用することで、検証対象となる項目について品質の担保を行うことができた。

- (2) 検証精度の向上 従来の検証では、運賃情報や明細データの比較検証を自動で行っていたが、レシートや証明書などの帳票の印字内容は、検査員が印字媒体を目視しながら比較確認を行うことで結果の正当性を判断してきた。

今回、それらの帳票の印字内容も自動で比較検証できる仕組みを新たに構築し適用した。人が目視しながら比較確認を行う場合、見逃しや認識違いによる誤判断が発生する可能性が高くなる。自動で比較検証を行うことによってこのような誤判断の可能性が低くなり、その結果検証精度の向上を図ることができた。

- (3) 検証時間の短縮 従来から定期券は磁気券を使用しており、発売データも発売可能ルート的大幅に伴って増加しその検証量も多かったが、定期券のIC化が進むことにより、検証項目も更に増加している。これまでと同様の方法で検証するには、作業的にも時間的にも困難となってきた。

そこで今回、従来機の出力結果を使用し、大量の検証項目の突合検証を自動実行することで大幅に時間短縮を図ることができた。

6 あとがき

定期券印刷発行機は、乗車券システムにおいて大きな役割を担っており、かつ、鉄道向け機器の中でも取扱い業務が多い製品である。

今回の開発成果及び設計技術を資産とし、多くの鉄道事業者の視点で更なる進化を追求し、顧客付加価値志向の次世代製品開発に取り組んでいく。

また、いっそうの品質確保のために自動実行突合検証ツールの精度や検証項目の網羅度を向上させ、今後の定期券印刷発行機の新たな導入や機能改造などの機会を捉えて永続的に進化させていく。

謝 辞

今回の定期券印刷発行機の開発にあたり、多大なご指導とご協力をいただいた、東京地下鉄(株)の関係各位に深く感謝いたします。



井出 諭 IDE Satoshi

社会システム社 セキュリティ・自動化システム事業部 交通自動機器システム技術部主務。駅務機器のシステムエンジニアリング業務に従事。

Security & Automation Systems Div.



星 敬 HOSHI Kei

社会システム社 小向工場 SAソフトウェア設計部参事。駅務機器のソフトウェア開発に従事。

Komukai Operations