

## 6Y-6 端末間通信可能な J2ME アプリケーションプログラムの ペトリネット動作仕様からの自動導出

坂上 弘祐† 森 一夫‡ 岡野 浩三‡ 谷口 健一‡

† 大阪大学大学院基礎工学研究科 ‡ 大阪大学大学院情報科学研究科

k-sakaue@ics.es.osaka-u.ac.jp, {kazuo-mr, okano, taniguchi}@ist.osaka-u.ac.jp

### 1 まえがき

クライアント (携帯端末) 間通信を想定した J2ME アプリケーションの仕様に対する実行方式とプログラムの自動導出法を提案する。端末側で実行するアプリケーションの実行制御を、ペトリネット (PN)[1] を用いて、動作仕様として記述する。提案導出法では、動作仕様からクライアントとサーバの2つの実行プログラムを自動導出する。サーバは仮想的に端末間通信環境を提供する。クライアントはファイルサイズ制限された実行環境でも動作できるように各動作命令とデータを動的にロードして実行する [2]。この制約のもとでよい実行プログラムを導出するため、動作仕様の分析結果を実行時に参照するパラメータとして導入することで通信コストを抑える工夫を行っている。

携帯・組込み Java (J2ME) プログラムは能力や資源が限定された実行環境を対象としており、通信環境やアプリケーションのファイルサイズなどに大きな制約がある。これらを考慮すると現時点ではクライアント側で複雑な処理をまとめて行うことは困難である。例として、TOEIC のようなテスト問題集アプリケーションを考える。この例において、複数の種類の問題への対応や、回答者の回答に応じて問題を動的に変化させるなどの対話的な要素を持たせたアプリケーション全体を格納することはサイズの制約上困難といえる。そこで、実行するために必要な最小限の基本的ルーチン (問題表示、選択、解答など) をクライアント側に実装し、サーバから問題内容や遷移系列を動的にダウンロードして解釈実行する実行方式をとることで、基本ルーチンの対応可能な範囲においてサイズに依存しないアプリケーションを実行することが可能である。しかしながら、Java プログラミングに加え、このような固有の問題にも対処しながら実行プログラムを作成することは開発者には煩雑である。そこで、抽象度が高い動作仕様を用いて設計を行い、実装プログラムをその動作仕様から自動的に導出できることが望ましい。提案する自動導出法では、PN デザインツール Design/CPN[3]

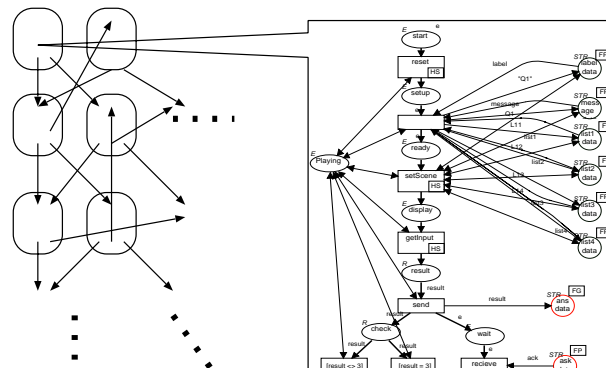


図 1: PN 動作仕様の記述

で記述した動作仕様からプログラム群を導出する。

### 2 ペトリネット動作仕様記述

動作仕様では、クライアント毎にアプリケーションの実行制御を記述する。例題の対話型テスト問題集の仕様記述例を図 1 に示す。トランジションが全体のシステム上での遷移イベントを表す。クライアント側の基本ルーチンはそれに対応するトランジションにラベルとして与える。そのトランジションは階層構造を持ち (図中で HS と表示)、一般に部分 PN に展開される。プレースにはシステムの状態を表すプレースと、アプリケーションデータを表すプレースがある。右上に FG と表示されている PN のフュージョンプレース (異なった位置にあるがトークンを共用できるプレース) が保持するトークンがアプリケーションデータを表す。各クライアント間のデータの受け渡しには FG を使用することで容易に表現できる (データ送受信を表す送信 FG, 受信 FG は図中の send, recv トランジション部分の記述に相当)。

### 3 動作仕様に対するプログラムの実行方式

#### 3.1 クライアント (端末側) の実行形式

動作仕様から導出されるシステムの構成を図 2 に示す。クライアントの実行制御は自身が持つインタプリタが行う。実行アルゴリズムを図 3 に示す。まずインタプリタには現在の状態 (PN のカレントマーキング) を保持しておく。次に、制御に必要な動作命令を現在の状態から想定し、クライアントが受信可能な範囲でまとめた部分動作命令群 (接続行列の部分集合)

Derivation of J2ME client-server based program for mobile devices from specification in Petri-nets

Kousuke SAKAUE †, Kazuo Mori ‡, Kozo OKANO ‡ and Kenichi TANIGUCHI ‡

† Graduate School of Engineering Science, Osaka University

‡ Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

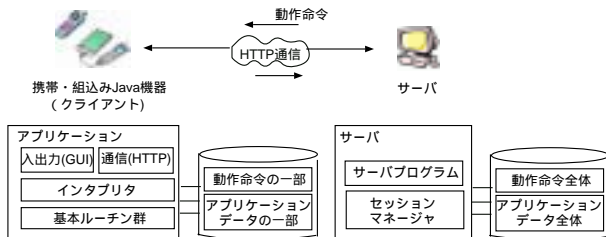


図 2: 提案する実行方式のシステム構成

を通信部を介してサーバに要求し取得する。取得した後、その部分動作命令群から各動作命令を逐次選択・判定し、イベント（トランジション）が実行可能（発火可能）であるならば、現在の状態から遷移を行い、対応する基本ルーチンを実行する。

本実行方式では、動作命令を逐次解釈し実行する際に、PNの接続行列と状態方程式を用いている。これにより、インタプリタ部の実行中に行われる発火可能性判定や現状態から次状態への遷移が、トランジションに対応した接続行列の1成分のみで行える。つまり、取得した接続行列の部分集合に応じて、アプリケーションの部分実行を行うことが可能となる [2]。

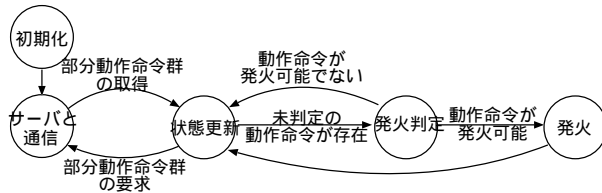


図 3: インタプリタ部分の実行アルゴリズム

### 3.2 サーバの実行形式

サーバ側は2種類の処理を行う、まず、クライアントから部分動作命令群を要求された場合の応答を行う。サーバは保持している動作命令全体 (PNの記述情報) と、要求時に得られるクライアントの現状態からPNの可達木を構築して、クライアントがこれから実行する可能性のある部分動作命令群を求め、クライアントへ送信する。また、できる限り通信回数を少なくする工夫として、各トランジションに優先度の設定を行う。これにより必要性の高いデータをなるべくクライアント側に保持させることで、通信回数の削減が期待できる。まず、動作仕様から優先度を決定するために、トランジションの発火確率を計算する。例えば、比較的高い発火確率が得られる短いループ構造中のトランジションは、実行回数も多くなると想定されるからである。実行時に優先度設定を行うには、クライアント側の実行頻度を利用する。例えば、分岐がある場合に、過去の選択結果から実行回数の多い方の優先度を上げることで動的に送信内容を変更できる。

サーバのもう一方の処理は、図4のシーケンスのように端末間通信の中間媒体として働く。今回対象としている実行環境では、クライアント間で直接通信することができない。そこで、動作仕様上でクライアント間のデータ送受信を記述しておき、導出されるプログラムではHTTPポーリングを行うことで仮想的に通信を実現する。クライアントは動作仕様で指定された送

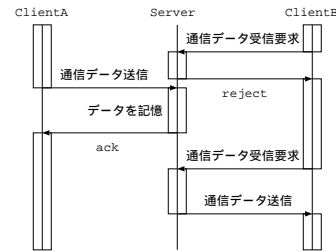


図 4: サーバの実行内容

信FGにデータが与えられた場合に、対応する受信FGを持つ送信先クライアントへのデータ送信要求をサーバに通知する。サーバはあるクライアントからデータ送信要求を受け取ると、データ用のキューに一旦データを保持し、送信先クライアントからの受信要求を待つ。この受信要求は対応する受信FGを持つ別のクライアントから適時行われ、サーバはこの受信要求を判別し、対応データがキューに存在すればそのデータを送信する。なお、この処理には各クライアントの識別が必要となるため、サーバにはセッションを管理するためのセッションマネージャを実装する(図2)。

## 4 適用結果

与えられた例題のPN動作仕様に対し、導出されるプログラムのサイズと一回の接続で送信可能な動作命令の最大数を調査する。なお、今回のJ2MEの実験対象として、503Java(導出されるプログラムはCLDC+ドコモ拡張)を使用している。主な制約は以下の通り。

- ファイルサイズ制約は10KB
- スクラッチパッド(不揮発性メモリ領域)10KB
- HTTPリクエストの送信サイズの上限は5KB
- HTTPレスポンスの受信サイズの上限は10KB

結果を表1に示す。基本ルーチン群を除いたクライアントのプログラムサイズは5KBで、今回の制約の範囲内に十分収まっている。

PN動作仕様ノード数	約500
導出されたプログラムサイズ	約5KB
送信可能な動作命令の最大数	60

表 1: 例題のPN動作仕様サイズと適用結果

## 5 あとがき

本稿では、クライアント(携帯端末)間通信を想定したJ2MEアプリケーションの仕様に対する実行形式を提案し、自動導出する方法を述べた。提案した実行方式により、ファイルサイズを抑えた上で、サーバなるべく通信せずに、より大規模な仕事の実行が可能となる。また、プログラムを自動導出することで、実装における時間や負担の軽減が期待できる。

## 参考文献

- [1] Kjeld H.Mortensen: "Automatic Code Generation Method Based on Coloured Petri Net Models Applied on an Access Control System," ICATPN2000,LNCS1825,pp.367-386,2000.
- [2] 坂上弘祐, 岡野浩三, 谷口健一: "ペトリネット上で記述された簡易ブラウザ型の組込みJavaプログラム動作仕様に対する実行方式の提案," 電子情報通信学会技術研究報告, SS, Vol.102, No.246, pp.1-6, 2002.
- [3] Design/CPN Online. www.daimi.au.dk/designCPN.