

ペトリネットによる コンピュータネットワークシステムの構築

Petri-Net for Computer Network System

○津藤 洋明* 渡部 慶二** 村松 鋭一** 遠藤 茂**

○Hiroaki Tsutou* Keiji Watanabe** Eiiti Muramatu** Sigeru Endou**

*山形大学 大学院 理工学研究科 **山形大学 工学部

**Yamagata University

キーワード：ペトリネット(Petri-net), 階層化(Hierarchizing), TCP/IP (TCP/IP),
ネットワーク(Network)

連絡先：〒992-0037 米沢市城南 4-3-16 山形大学 工学部
応用生命システム工学科 渡部研究室
津藤 洋明, Tel (0238)24-5898(内線 11), E-mail
dmm84078@dip.yz.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

1.1 背景

現在、コンピュータを用いた制御システムは角
界でさまざまな貢献をなしている。それに伴い、
制御システムに期待される制御内容も増加・複雑
化してきている。また、制御システムの保守に必
要な労力・時間の削減も望まれてきている。

しかし制御内容は一般的に、CやC++などの
プログラミング言語が用いられている。このことは、
プログラム初心者にとっては、簡単な制御内容の
記述にも苦勞を強いられることを意味する。
また、制御内容が複雑になればなるほど、その内
容を記述したプログラムも長く、かつ複雑になっ
てしまうため、プログラム熟練者にとっても相当の
苦勞を強いられる。さらに、保守を行う際の
問題としてエラーが発生した場合、修正箇所を見
つけ出すのに必要な時間も長くなっていく点が挙

げられる。

このように上に挙げたこれらの問題に対して、以
下の三点の解決インターフェースの開発が求め
られる。

- 初心者でも容易に制御内容の記述が可能で
ある。
- 一目で制御内容の理解が可能である。
- 制御内容の保守・変更が容易である。

これらの点の解決法の一つとして、本研究では
ペトリネットを取り上げることにした。

1.2 研究目的

コンピュータ制御システムのためのペトリネッ
トツール Npj(Network Petrinet by Java)の作成。
そして、インターネットを用いて複数のコンピュ
ータ間におけるデータの送受信を行うことのでき

る、ネットワークペトリネットシステムの構築を行いシステムの記述、解析、制御することを目的とする。

2. ペトリネット

2.1 ペトリネット

ペトリネットとは、以下の四要素で構成されているグラフィックモデルであり、トークンの移動によるプレース配置組み合わせの変化で状態遷移を表すモデルである。

つまり、トークンのプレース配置組み合わせが、一つの状態を表している。

- ① プレース:条件 ○
- ② トランジション:事象 |
- ③ アーク:要素の流れの方向 →
- ④ トークン:要素 ●

あるトランジションに対して、入力アークがつながっている入力プレースの全てにトークンが入っている時(すべての条件が満たされている時)、トランジションは「発火可能状態」と言い、トランジションが発火するとトークンはトランジションに奪われる。その後トークンは出力プレースに移り、次の条件を満たしている状態になる。

2.1 発火条件

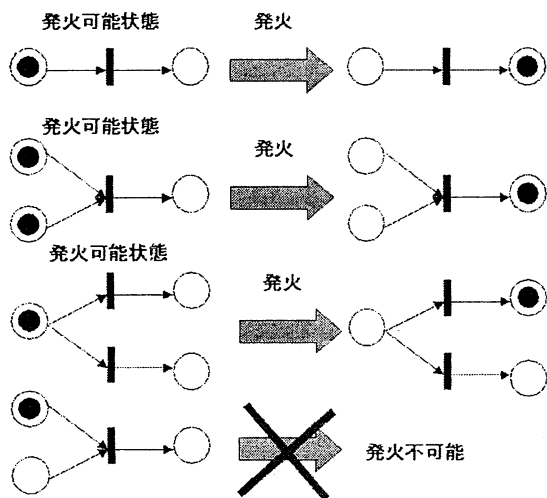


図 2.1: 発火条件の例

3 Npj(Network Petrinet by Java)

3.1 Npjの機能説明

- ペトリネットエディタ
 - (保存, ネットワーク, 階層化, 拡張ペトリネット)
- ペトリネットシミュレータ
 - トークンの動作速度を選択可能に
- ペトリネット実制御
 - 遠隔制御システムによる応用と実験

3.2.1 Npjの概要(基本操作)

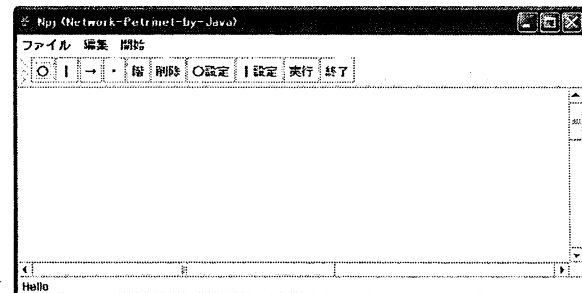


図 3.1: Npjの起動画面

3.2.2 Npjの概要(設定画面)

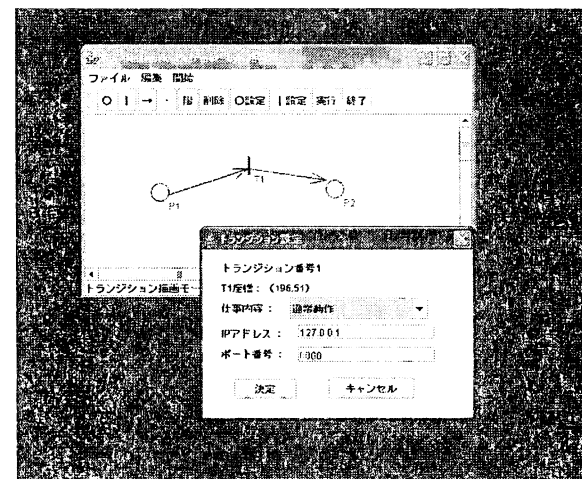


図 3.2: トランジション設定画面

3.2.3 Npjの概要(ネットワーク)

Npjはそのツール同士でトークンの送受信を行う事が出来る。この機能により複数のコンピュータを連結させることができる。これにより例えばメインコンピュータに描かれたメインネットから、複数のサブコンピュータのネットへとトークンを送信で

き、複数のコンピュータにおける作業も1台のコンピュータで制御することが出来る。

以下に設定の様子を表した図を示す(図 3.3, 図 3.4)

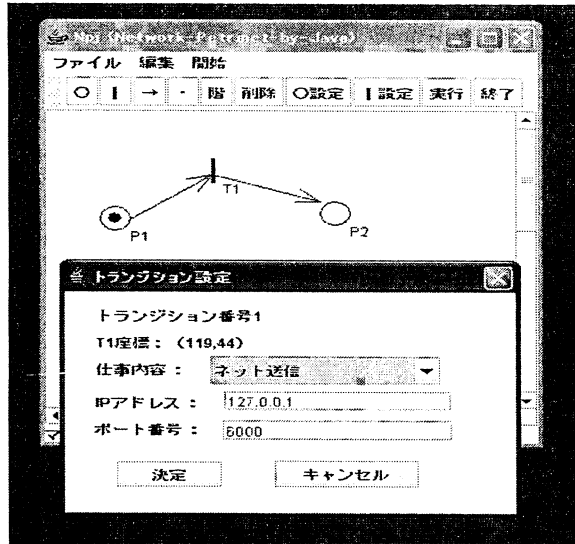


図 3.3：送信者側の設定画面

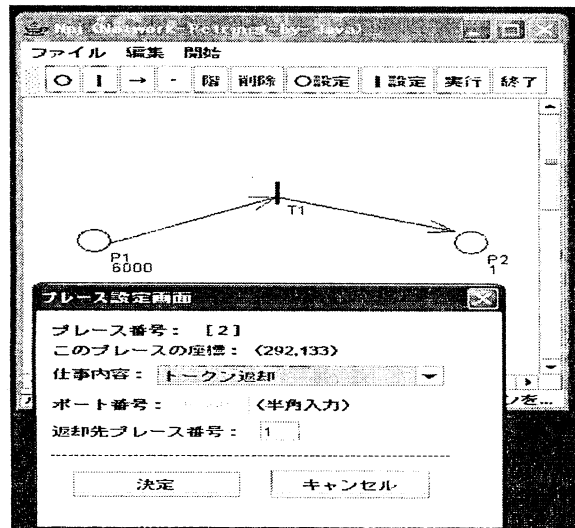


図 3.4：受信者側の設定画面

3.2.4 Npj の概要(拡張ペトリネット)

従来のペトリネットだけではどうしても困難な表現ある。その一つが分岐を表す事である。本研究で扱っているツールにはこれを解決するために従来のペトリネットを拡張させてカラープレースというものを提案する。

カラープレースとはプレースとトークンに色の概念を取り入れ、トランジションが吐き出す色でシステムを分岐させるものである。

3.2.5 Npj の概要(階層化)

システムが複雑になると、プログラミングも複雑になり理解が困難になるばかりか保守や変更といった事も困難になる。この事は当然ペトリネットも例外ではない。

この問題を解決する方法の一つにネットの階層化がある。トランジションの中にネットを埋め込む事によりペトリネット分割して組むことが出来、ペトリネットをすっきり見せる事が出来る。以下の図に階層化を実際に行っている様子を示す。

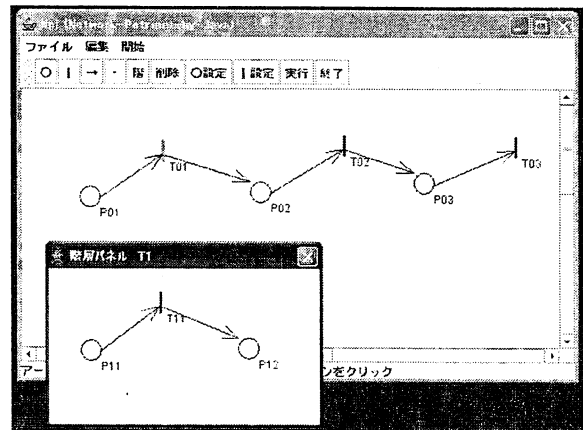


図 3.5：階層化を行っている様子

4 遠隔制御システムへの応用

Npjの有用性を示す為実際にシステムの適応させ、実際に動作実験を行う。今回は我々の研究室で実際に研究されているシステムを扱う事にする。

システムの内容は、ネットワークを通して電動車椅子をジョイスティックで遠隔操作するもの(図 4.1 参照)で、その詳しい内容を次に述べる。

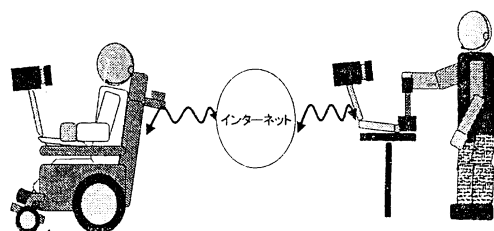


図 4.1: システムのイメージ図

4.1 データの流れ

以下にやり取りするデータの種類を示す。

- 操作者側
 - ジョイスティックの座標情報
- 電動車椅子側
 - 危険信号
 - 安全信号

4.2 システムの解析

電動車椅子側はセンサーを持っており、送信されてくるジョイスティックの情報を処理する他にセンサーによる処理も行っている。

センサーの値を前に取得した値と比較して、以下の条件で四つの動作を行う。

- 安全 ⇒ 危険 …… 危険信号送信
- 危険 ⇒ 危険 …… 待避行動
- 危険 ⇒ 安全 …… 安全信号送信
- 安全 ⇒ 安全 …… 通常動作

この時、安全というのはセンサーと障害物の距離が 30cm 以上離れている事を指し、危険というのは 30cm 以内に生体物がある時を指す。

また、危険信号とは操作者に危険を知らせる為の信号であり、この信号を受け取った操作者はカフフィードバック機能が働き、電動車椅子側が危険な状態になっている事が分かる。そして安全信号というのは危険から回避された事を知らせる信号であり、この信号を受け取った操作者は先程のカフフィードバックの機能が解除され、電動車椅子側が安全な状態に切り替わったことが分かる。

以上の事からプレースの色を 4 つ用意する必要があり、それをふまえてモデル化を行った。

4.3 センサー部分のモデル化

モデル化を行った結果、どうしても同じ構造を左右対称にしなければならず、二倍の面積を取ることになってしまった。その図を以下に示す。

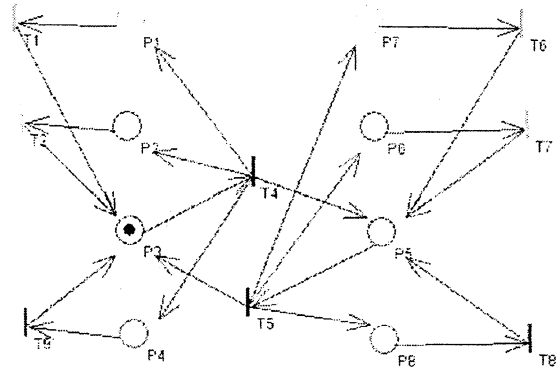


図 4.3: センサーのモデル図

4.4 遠隔操作命令部分のモデル化

どのようにして遠隔操作命令部分のモデル化も行った。以下にその図を車椅子側と操作者側の二つを示す。

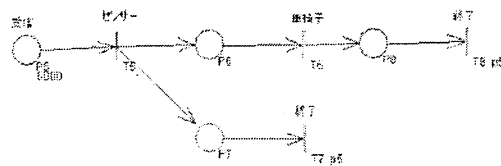


図 4.4: 車椅子側のモデル図

ジョイスティック

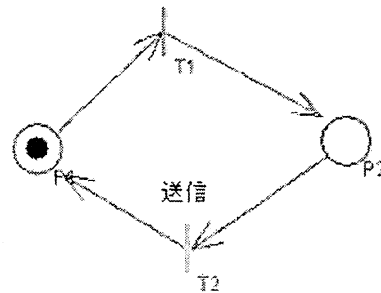


図 4.5: 操作者側のモデル図

4.5 実験結果

実験を行う前は動作が遅くなるなどの事が心配されたが結果は通常の時と何も変わらない結果となった。このことにより本研究で作成したツールの有用性が示された。

5. おわりに

5.1 まとめ

本研究ではネットワークペトリネットシステム作成の基礎を完成させる事が出来た。特にプレースとトークンに色の概念を加える事によってそれ

まで記述出来なかった条件分岐システムを描画出来るようになった事は大きな成果だといえる。

また実際のシステムに適応させ作成したツールの有用性が示された。

5.2 今後の課題

- ・ UDP 通信等、色々なシステムに対応できるようにツールの機能を拡張する.
- ・ エラーチェック機能の追加.

参考文献

- 1) 柴田 徹:平成13年度卒業論文「Java を使ったペトリネット環境の構築」
- 2) 木村直樹:平成14年度卒業論文「ネットワークペトリネットの研究」
- 3) Sun Microsystems Java™2 Platform, Standard Edition, 1.4.0 API 仕様
<http://java.sun.com/j2se/1.4/ja/docs/ja/api/index.html>
- 4) 椎塚久雄著:「実用ペトリネット その基礎からコンピュータツールまで」 コロナ社
1992.6