



ペトリネット設計解析ツールHiPSの タイムラインシミュレーション機能の実現と評価

信州大学大学院工学系研究科 情報工学専攻

09TA551J 松山千尋

目次

- 研究の背景と目的
- ペトリネットについて
- ペトリネット設計検証ツールHiPS
- 即時発火機能
- 途中経過の保存, 呼び出し機能
- タイムラインシミュレーション
- ケーススタディ
- まとめと今後の課題

研究背景と目的

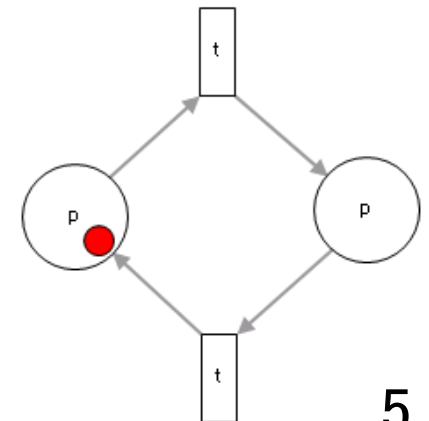
- 高信頼性システムの確保
- 非同期回路の安定性の検証は難しい
 - クロック同期を必要としない非同期回路は遅延時間が最小化出来る利点を持つ
 - ◆ 安定性がゲート素子の遅延時間に依存
- 時間ペトリネットを利用したモデル化
 - 信号点の状態変化をメッセージとし後段へ送る
 - ゲート素子には遅延時間があるため有用

研究背景と目的

- ペトリネット設計検証ツールHiPS上でのモデル設計
 - 特に回路のモデル化に適した仕様
 - 現状はペトリネットモデル作成と階層化, シミュレーション, いくつかの解析機能
 - よりインタラクティブかつ便利にシミュレーションを行ないたい

ペトリネット

- 並行的・非同期的・分散的なシステムのモデル化手法
 - 数学的, 視覚的, 実行可能なモデル
 - 4つの要素で構成
 - ◆ プレース, トランジション, アーク, トークン
 - トークンの位置でシステムの状態を表す
- 時間ペトリネット
 - 時間の概念を拡張したペトリネット



ペトリネットの階層化

- ペトリネットをモジュール化し, それを更にペトリネットに組み込む
 - 規模の大きなシステムの記述の際に有用
 - 同じモデルを記述する必要がなくなる
 - 下の階層の動作の抽象化

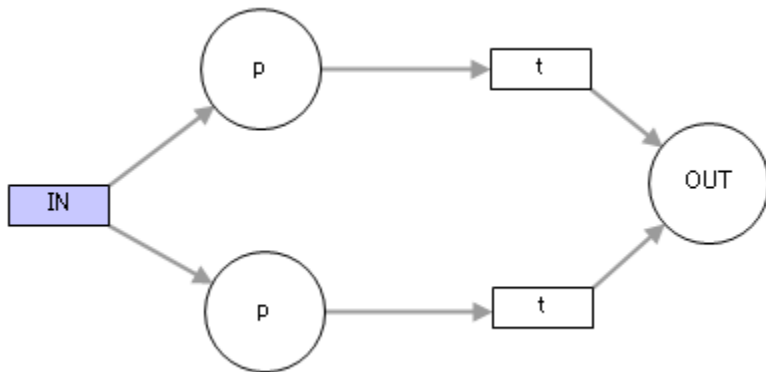


図1: トークンを2倍にするネットモデル

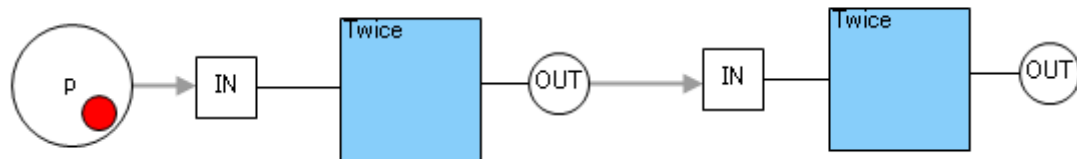
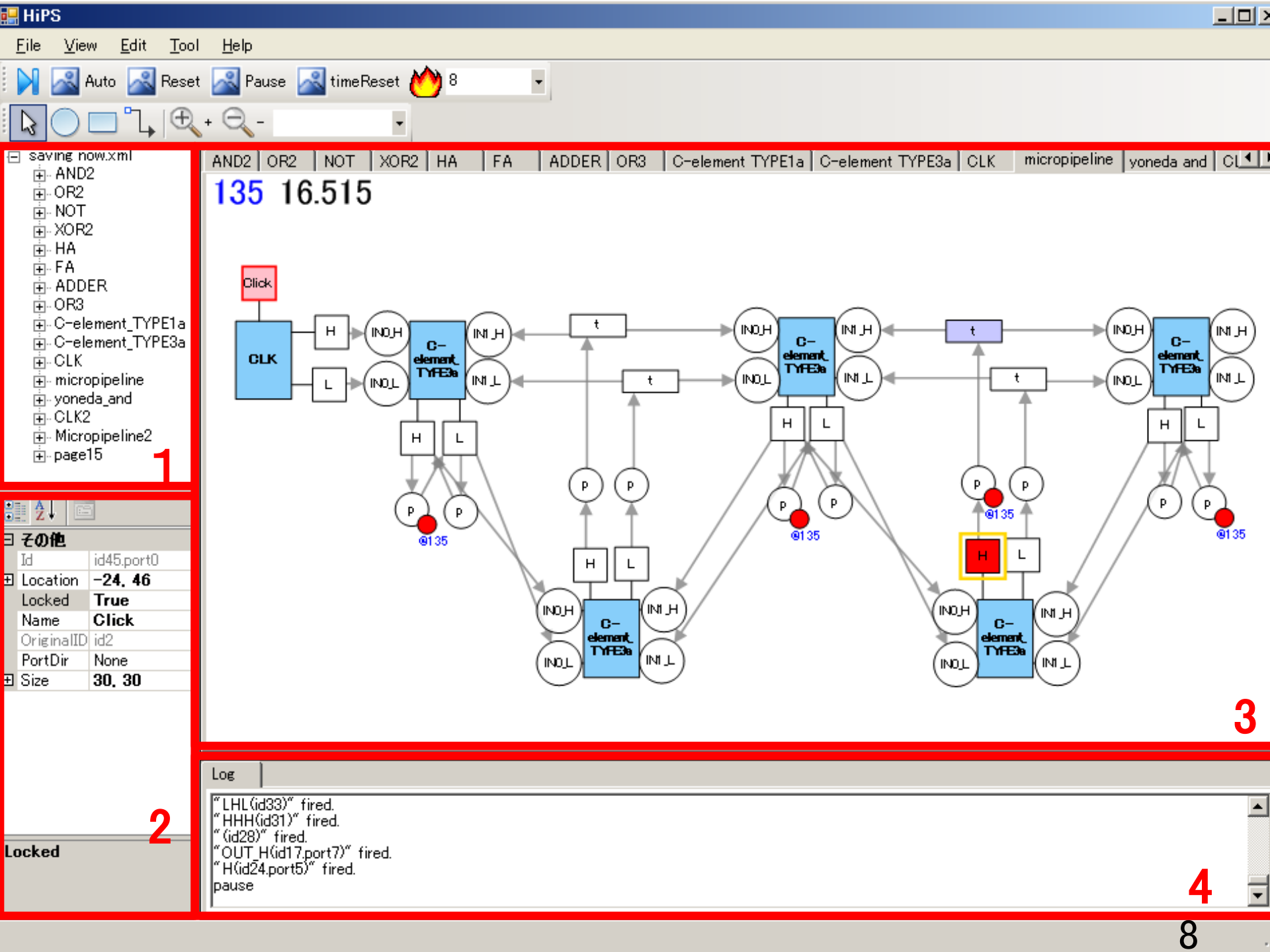


図2: 図1のモデルを階層化し2つ連結した例

ペトリネット設計検証ツールHiPS

- 本学科卒業生 野村達雄氏が開発
- ペトリネット作成援用ツール
- Visual C#で開発
- 直感的な操作が可能
- ペトリネットの実行を視覚的に表示可能
- ペトリネットの階層化, 時間ペトリネットに対応
 - 階層化については, 回路合成に適した方法を採用
- 遅延つきゲート回路モデルの作成と合成が可能



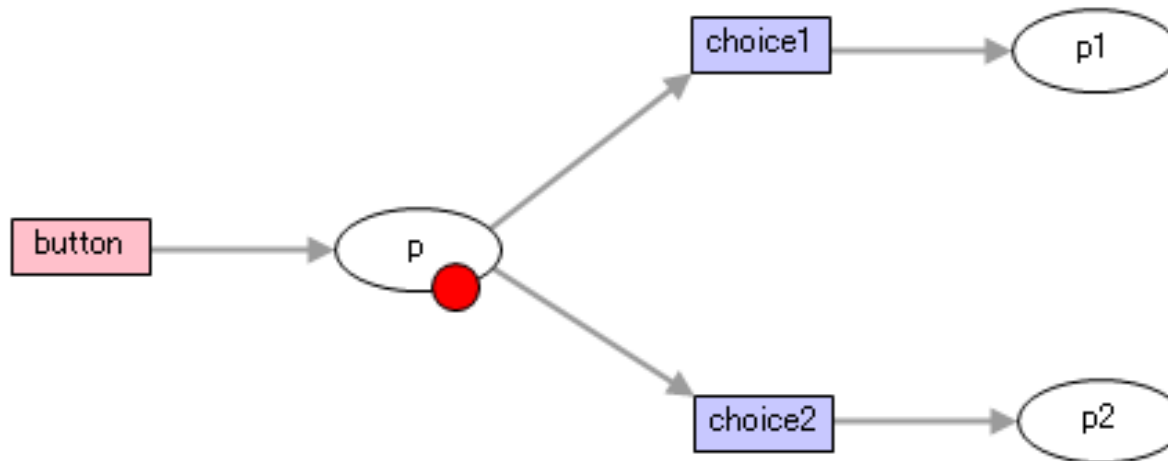
トランジション即時発火機能

- HiPSにおけるシミュレーション
 - 発火可能なトランジションからランダムに選択
 - ◆ 観察したい状態を選べない！！
 - 規模の大きなモデルには特に不利である
- トランジション即時発火機能を拡張
 - トランジションをクリックすることで、優先的に発火評価を行う
 - ◆ ランダムな発火に左右されない
 - ◆ 観察したいマーキングに容易に到達させることが可能

トランジション即時発火機能

■ トランジションの発火ロック機能

- 入力プレースを持たないトランジションを、クリックで発火するボタンのように利用可能



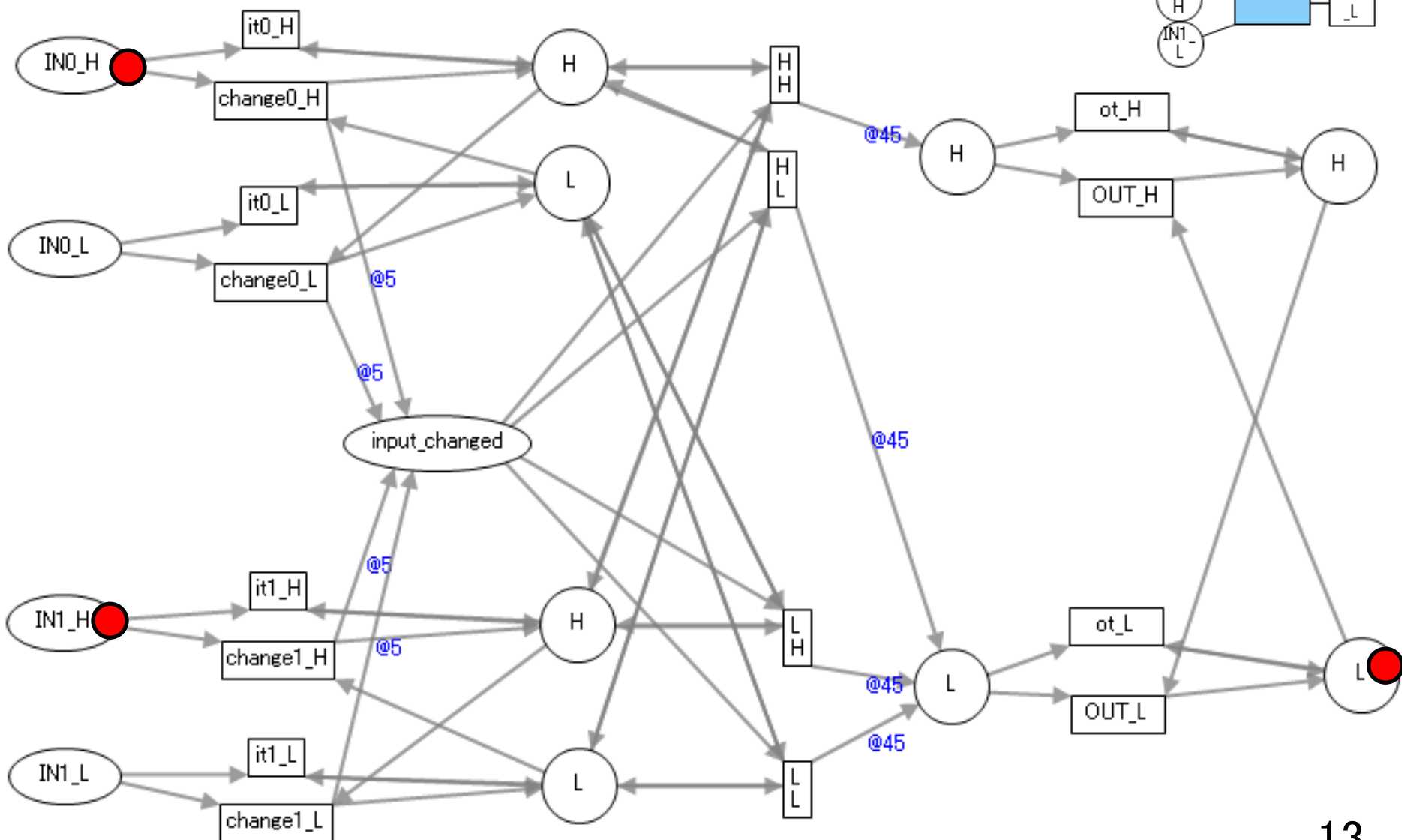
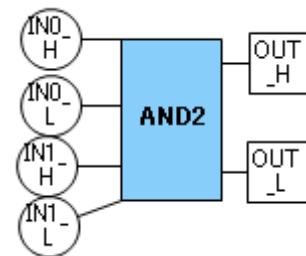
途中経過の保存, 呼び出し機能

- タイムラインシミュレーションの実行中の一時停止機能
- 途中経過の保存, またその保存した状態への復元機能
 - 初期状態からでなく, 途中経過から再度シミュレーションを行ないたい場面は多々考えられる
 - 任意のマーキングからのモデルのシミュレーションを観察可能
 - ◆ 例えば分岐がある場合などに, その直前のシナリオのパターンを保存

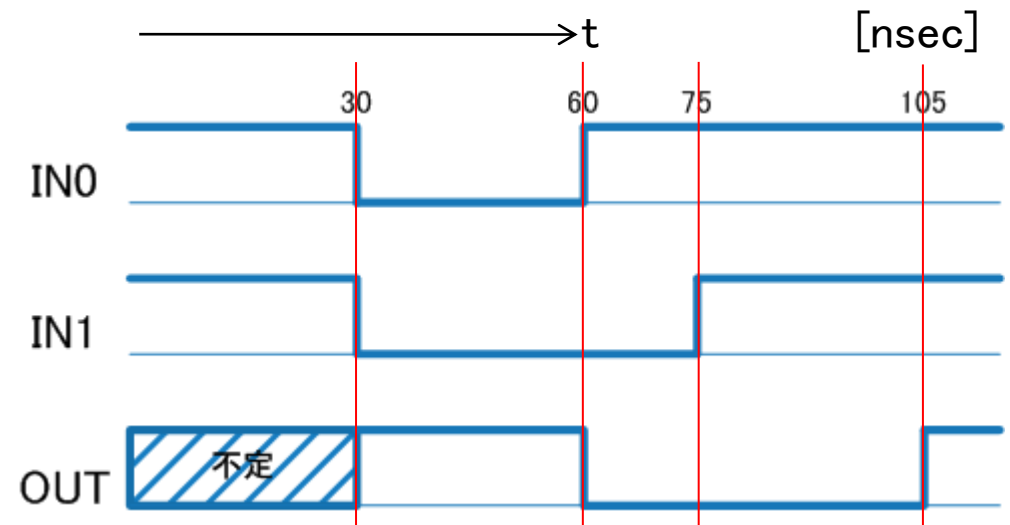
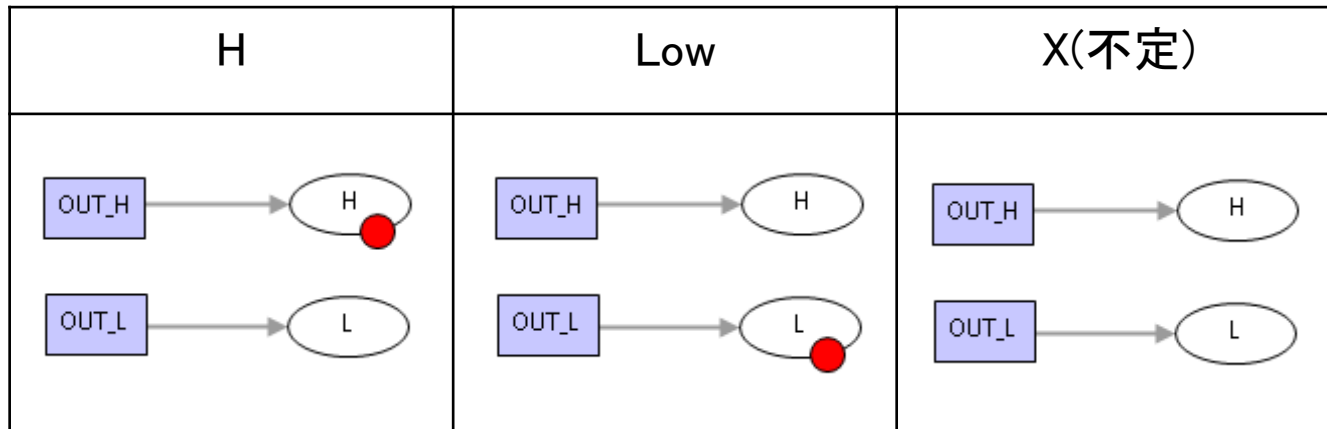
タイムラインシミュレーション

- 従来のHiPSのシミュレーション
 - 発火遅れ要素考慮, ただしステップ実行
 - ◆ ある時点でまとめて処理
- 今回, タイムラインシミュレーションに拡張
 - ネットの単位時間と実時間とを対比
 - ◆ 連続シミュレーションを実現
 - 対比倍率も変更可能
 - ◆ ネット規模やPCのスペックにより速度調整を行う

論理ゲートのモデル化-2入力論理積

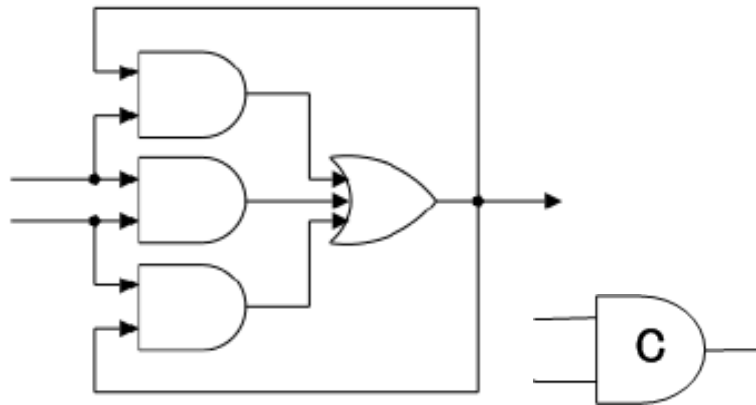


ペトリネット回路モデルと信号状態の対応



ケーススタディ Muller's C-element

- 2入力論理積三つと3入力論理和一つで構成
- 2入力の値が一致すればその値が出力され，異なるならば変化しない



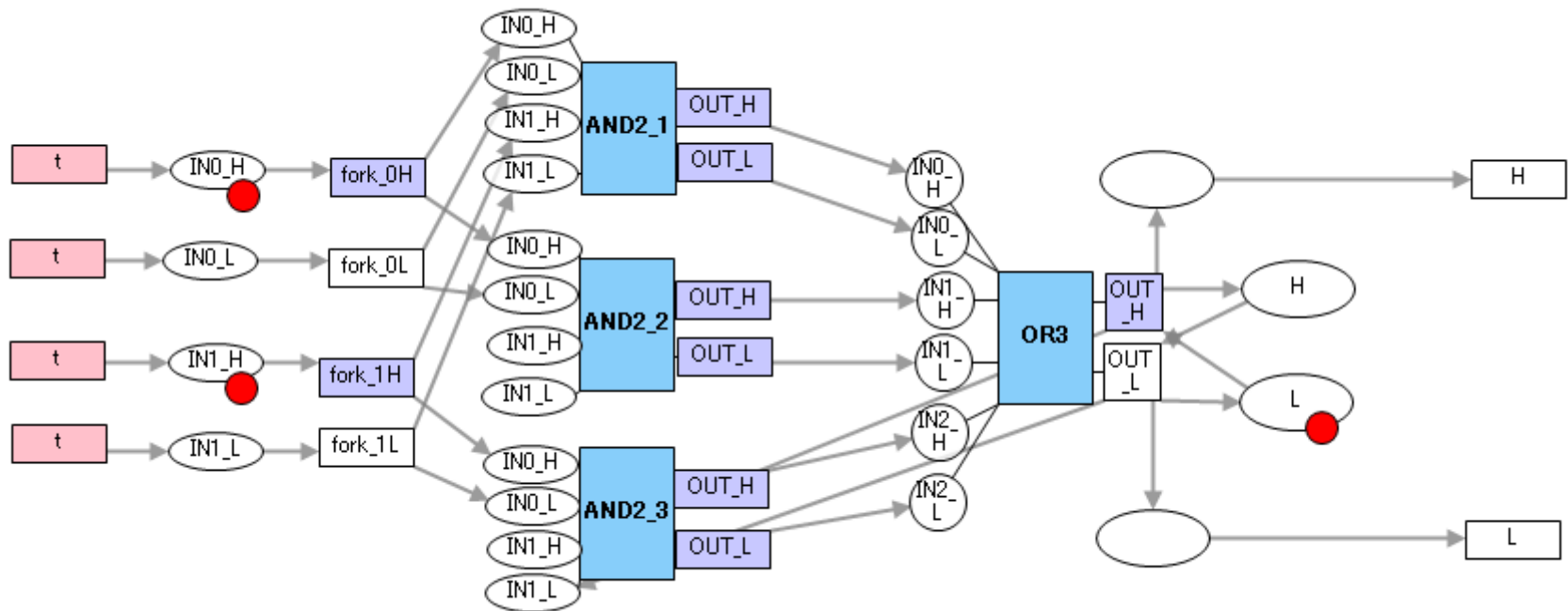
Muller's C-element
回路図とMIL記号

A	B	Y
0	0	0
0	1	$Y_n - 1$
1	0	$Y_n - 1$
1	1	1

Muller's C-element 真理値表

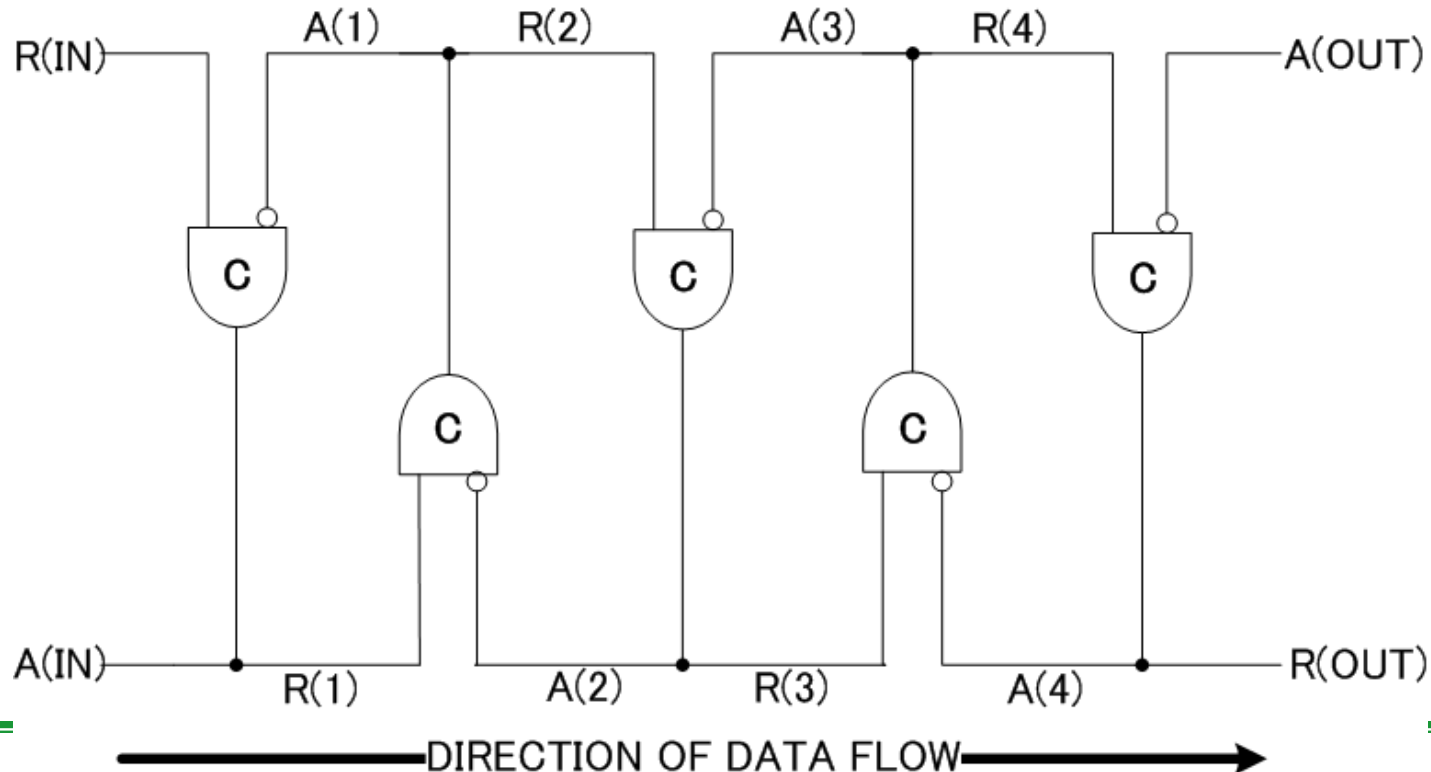
ケーススタディ Muller's C-element

- 即時発火機能を用いたシミュレーションの様子



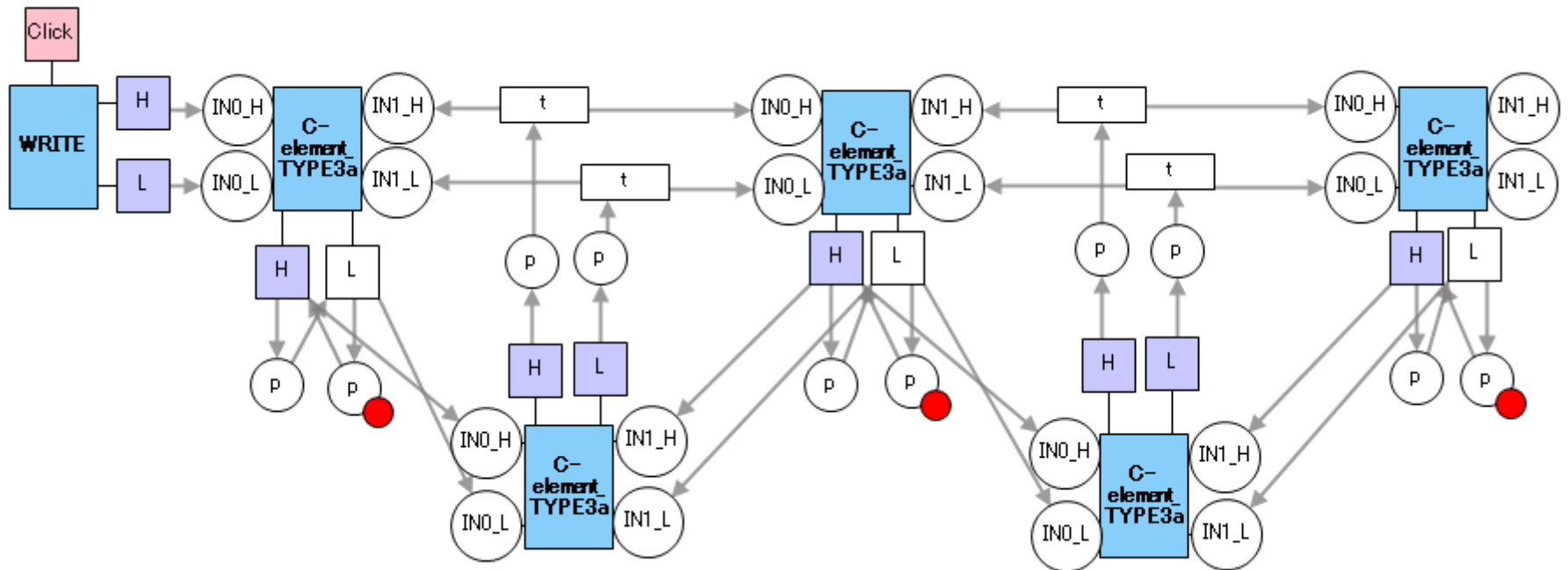
ケーススタディ Micropipeline

- FIFO動作を行う非同期回路モデル
- ラッチのように振舞う素子, Muller's C-element を複数個連結して作成



ケーススタディ Micro-pipeline

- 即時発火機能を用いたタイムラインシミュレーションの様子



まとめ

- 即時発火機能により, ランダムな発火に左右されないペトリネットモデルの観察が可能
- 初期マーキングだけでなく, 保存した任意の状態からのシミュレーションの開始が可能
- 連続シミュレーション, 速度調整が可能
- HiPS上でよりインタラクティブにシミュレーションが行えることを確認

今後の課題

- GUIの改良
 - 回路モデルに対し, HighとLowを容易に判断できるような視覚的な要素の拡張
 - 7セグメントLED様の表示
- ペトリネット解析アルゴリズムの追加
 - 有界性解析など
- 論理ゲートモデルのライブラリ化
 - 設計した各種論理ゲートをHiPS上で利用可能なライブラリとして補完

今後の課題

- カラーペトリネットへの対応
 - 複雑で規模の大きなモデルの作成にはカラーペトリネットがより有用
- 言語処理系との接続
 - 上流・下流の各種ツールや, LOTOS, VHDLなど



ご清聴ありがとうございました