

ペトリネットによる HTTP Live Streaming プロトコルのモデル化

情報化学科 中島 玲也

指導教員：太田 淳

1 はじめに

本研究を行った 2020 年現在では新型コロナウイルスの影響により、ライブコンサートやフェス、大学の授業など、大勢の人が集まるようなイベントをライブ配信やオンデマンド配信などストリーミング配信の形を実施することが主流になっている。今後はストリーミング技術の需要が増えていくと予想される。

現在主流となっている HLS (HTTP Live Streaming) というストリーミングプロトコルに対してペトリネットを使ってモデルの作成を行った。複雑なプログラムで書かなければならないプロトコルを一度グラフィックなモデルに見やすくしておくことで、その実装を容易にすることにつなげられる。本研究では CPNTools を用いて、シミュレートできるようなグラフィックモデルを作成することを目指した。

2 ペトリネット

ペトリネットは離散事象システムをモデル化する数学的なツールである。システムの静的な接続状態を示すペトリネットの構造はプレース及びトランジション 2 種類のノードを持つ有向二部グラフである。それに動的な状態を表すトークンが導入される。[1]

今回扱う HLS は動作の中で複数のファイルや複雑な条件などが関係してくるので、トークンに属性を持たせたカラーペトリネットを用いてモデル化することができる。

3 HTTP Live Streaming

HTTP Live Streaming (HLS) は Apple によって提案され、HTTP を用いてビデオ・オーディオをライブ配信し、iPhone、iPad などの iOS デバイスでの再生を想定されていたが、現在は Windows や Android 環境でも再生できるようになっており、主流なプロトコルとして多くのサービスで利用されている。

手順としては動画や音声ファイルを H.264 と AAC でエンコードを行い、MPEG-2 トランスポートストリームで多重化する。さらに小さなセグメントファイル (.ts) に分割され、メディアプレイリストを含むプレイリストファイル (.m3u8) を生成する。クライアントはこのプレイリストを取得し、記載されたセグメントファイルを取得することで動画を再生することが出来る。図 3.1 に構成図を示す

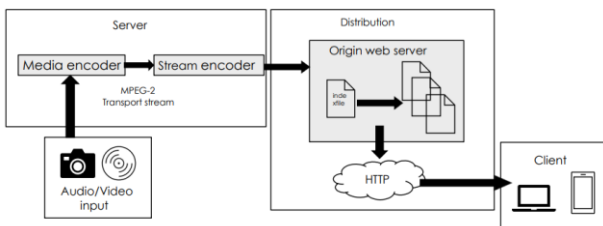


図 3.1 HTTP Live Streaming の構成図

4 HLS のモデル化

HLS の動作のモデルをカラーペトリネットを用いて作成する。作成には CPNTools を使用した。CPNTools ではトークンの属性を示すカラーセットを新しく定義できる。またトランジションの出力の重みに関数を用いることで、複雑な動きを表現するのに適している。HLS でのオンデマンド配信を実際にモデル化したものを図 4.1 に示す。

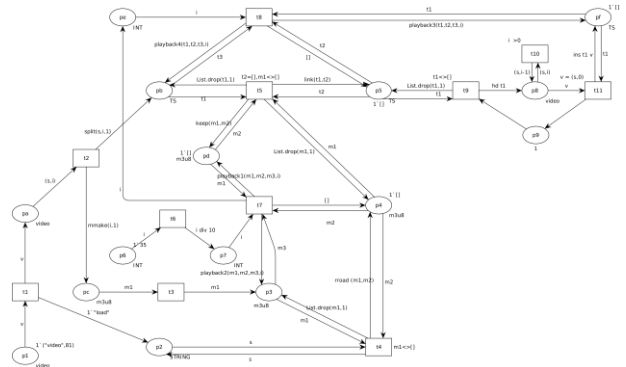


図 4.1 HLS プロトコルのモデル

図 4.1 はオンデマンド配信を想定したモデル化したものであり、秒数を持った初期マーキングを与えてやることで、決められた再生時間の動画を再生する動きをシミュレートすることができる。このモデルはセグメントファイルを 10 秒ごとに分割した動きを再現している。特定のプレーに再生した秒数をもったトークンを与えてやることで、途中再生も再現できる。

5 まとめ

本研究で HLS プロトコルの動きを再現するモデルの作成を行うことができた。実際のプログラムの中身などを表現することは困難ではあるが、グラフィックなモデルで動きを確認するには十分なものになっている。今後は MPEG-DASH などの別のプロトコルもモデル化し、比較することで、それぞれのプロトコルの特徴によるメリットデメリットなどを比較していけたら良いと思う。

参考文献

- [1] 村田忠夫『ペトリネットの解析と応用』近代科学社, 1992
- [2] 武藤健史、野崎寛也、金井謙治、大木哲史、甲藤二郎『無線環境における異なる TCP 上の MPEG-DASH/HTTP Live Streaming の性能比較』マルチメディア、分散協調とモバイルシンポジウム論文集 2013, 2013
- [3] CPNTools, <http://cpntools.org/>, 2020 年 12 月 20 日参照
- [4] 青山幹雄・内平直志・平石邦彦, ペトリネット理論と実践, 朝倉書店, 1995
- [5] RFC 8216 - HTTP Live Streaming, <https://tools.ietf.org/html/rfc8216>, 2020 年 12 月 20 日参照