

## 1. はじめに

ATM ネットワークにおける ABR サービスは、輻輳状態を RM セルによって伝えることにより伝送率を調整できる。本研究では、ATM 交換機中のバッファ量に目標値を設定して、現在のバッファ量と目標値との差をもとに伝送率を決定する。その際に、高いサービス品質を望むコネクションにはより多くの帯域を与えることで QoS の公平性を考慮する。また、交換機が設定した伝送率の RM セルを送り出してから、実際に変更された伝送率のデータがバッファに到達するまでの遅延時間を考慮した PID 制御則を提案し、安定化できる制御パラメータの条件を導出する。

## 2. モデルリングと QoS を考慮した制御則の導入

最大コネクション数が  $N$  の ATM 交換機を考える。コネクションには固定の伝送率でデータを伝送する CBR のコネクションと伝送率を変動させる ABR のコネクションが存在するとする。CBR, ABR サービスのセル伝送率の総和をそれぞれ  $R(k)$ ,  $U(K)$ , 遅延時間を  $\alpha$  とすると、バッファ量  $x(k)$  は以下の差分方程式で表せる。

$$x(k+1) = x(k) + (1-\alpha)U(k) + \alpha U(k-1) + R(k) - B$$

また、各コネクションが要求する QoS の品質クラスは、高、中、低の 3 種類に分類 ( $n_i \equiv 2, 1, 0.5$ ) されているとここでは仮定する。各コネクションが公平であるような輻輳制御を目的として、以下の離散時間 PID 制御則を導入する。この式を利用することにより公平に帯域を配分できる。

$$\begin{aligned} a(k+1) = & a(k) + K(x^c - (x(k) + \alpha(U(k-1) + R(k-1) - B))) \\ & + L[(x^c - (x(k) + \alpha(U(k-1) + R(k-1) - B))) \\ & - (x^c - (x(k-1) + \alpha(U(k-2) + R(k-2) - B)))] \end{aligned}$$

## 3. 安定解析

この制御対象が平衡点周りで安定となる領域を Jury の安定判別法より求めると図 1 を得る。図 1 では、予測時間を既知のものとして扱ったが、実際は不確かさを含む。ここで、予測した遅延時間

を  $\alpha' = 0.5$  とした場合、 $E, L$  と固定したときの安定領域は実際の遅延時間  $\alpha$  を横軸に、 $K$  を縦軸にとると図 2 となる。

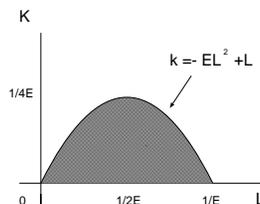


図 1: 安定領域 (遅延時間が既知の時)

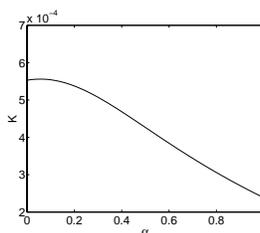


図 2: 安定領域 ( $\alpha' = 0.5$  の時)

## 4. 考察

図 1 を満たすパラメータ値でシミュレーションを行った結果、安定領域内部のパラメータをとった場合は速やかに収束するが、安定領域の境界に近づくに従いゆっくりと振動し収束することが確認できた。また、図 2 の結果より、実際の遅延時間に対して、予測する遅延時間を大きくとることにより、遅延時間が不確かなときでも制御対象を安定化させることが可能である。従って、図 1 を満たすパラメータ値を用いて、予測する遅延時間を大きくとることによりバッファ内のセル数を目標値に収束させることが出来る。

## 5. 結論

本研究では、遅延時間を含む制御対象に対して PID 制御則を提案することにより、QoS の公平性を保証し安定化できた。今後の課題として、時間応答に着目した過渡応答についての検討がある。