LatencyやGapのゆらぎを考慮したLogPモデルの検討

1999年8月5日

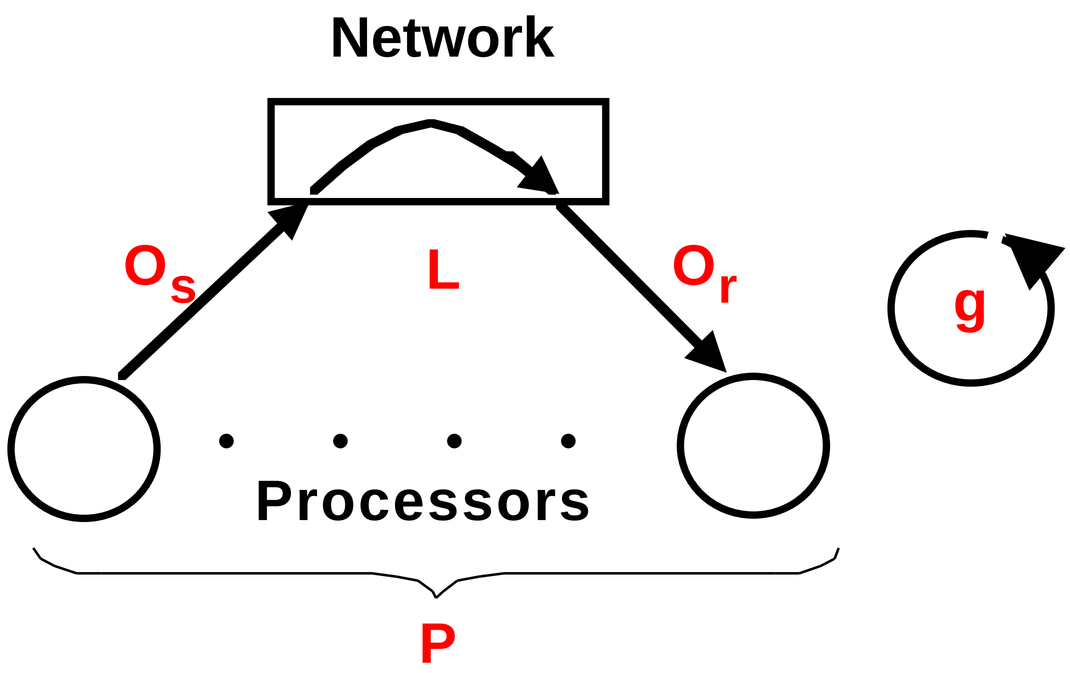
新家正総
富士通研究所

発表の概要

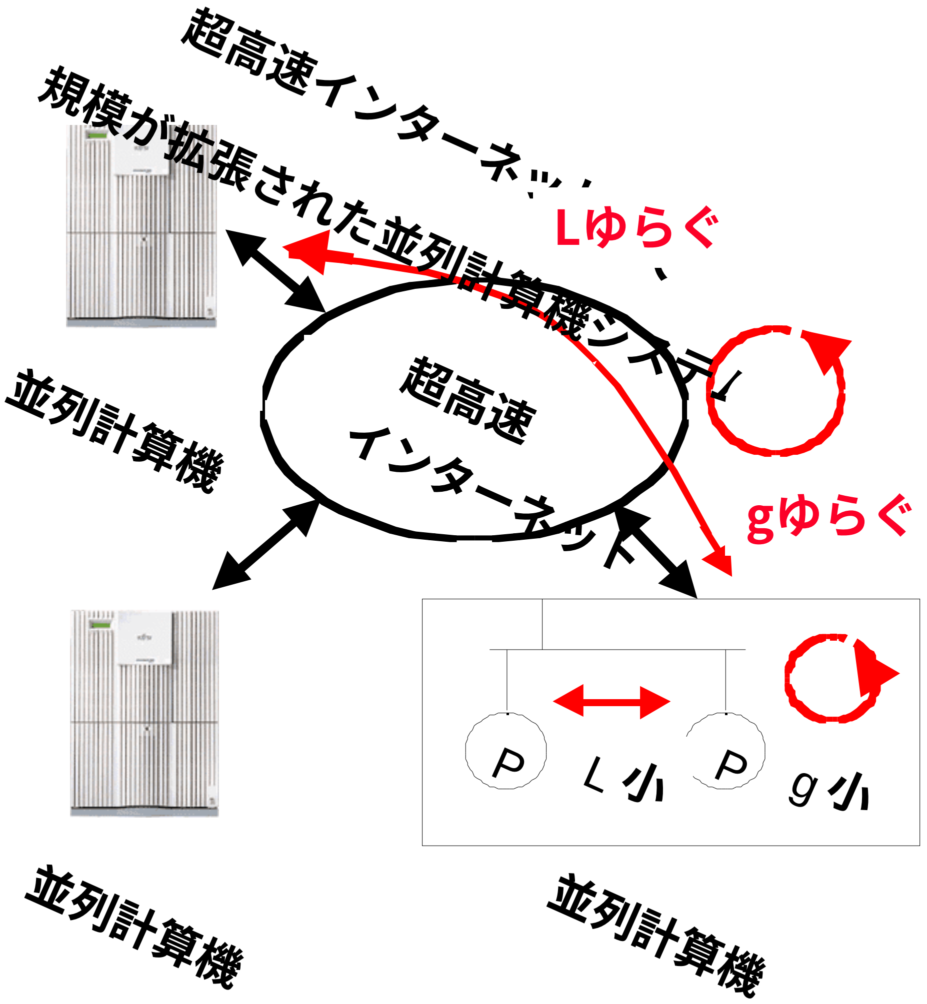
- 背景
  - LogPモデル（並列計算機モデル）
  - LogPモデルの広域並列分散システムへの適用と課題
    - レイテンシ、スループットのゆらぎ
- ゆらぎを考慮したLogPモデル
- 並列加算を例としたモデルの検証
- まとめ
  - ゆらぎの考慮は重要なのか

LogPモデル

- 並列計算機を4つのパラメータ（L、o、g、P）で単純化
- 並列アプリの計算・通信スケジュールの検討に使う



広域並列分散システムへの適用



- L、gの値が複数必要
- L、gの値がゆらぐ

研究課題

- ゆらぎを考慮したLogPモデルを考える
  - 最適な計算／通信スケジュールにゆらぎは影響するか
  - 予想される最短計算時間にゆらぎは影響するか

ゆらぎの考慮は重要か

ゆらぎを考慮したLogPモデル（1/2）

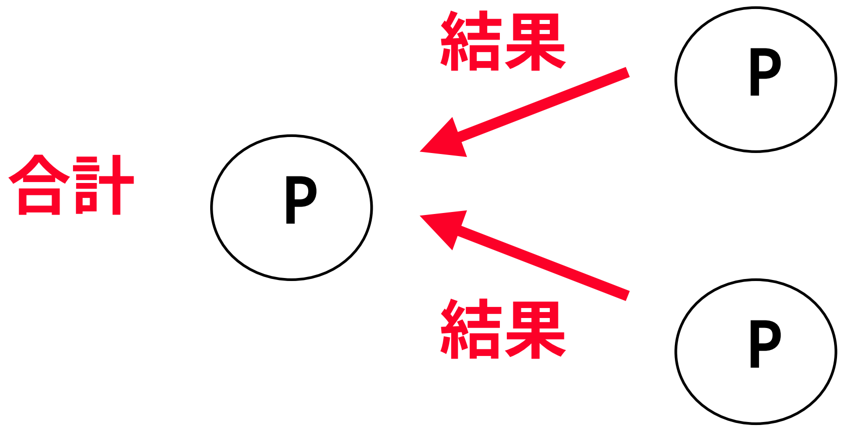
- ゆらぎのモデル化
  - Lのゆらぎ
    - 正規分布でモデル化
  - gのゆらぎ
    - Lのゆらぎで考慮、かつ下限があるとしてモデル化
      - latencyのゆらぎがgapのゆらぎの一部になっている

ゆらぎを考慮したLogPモデル（2/2）

- LogPへのゆらぎの取り込み方
  - ゆらぎの大きさσに応じて、Lとして用いる値（L_s）を変える
    - ゆらぎの下で計算時間が最小になるようL_sを選ぶ
- L_sの決め方
  - 従来のLogPで、$L=L_s$とした時の計算時間（T_s）を求める
  - L_sで決めたスケジュールに対し、実際のlatencyがδずれた時の計算時間（T）を求める（δは正規分布N（μ、$σ^2$）に従う）
  - Tのδに関する平均を求める
  - 平均計算時間を最小にするL_sを求める

並列加算による検証

- 並列加算
  - n個の数をP個のプロセッサで加算



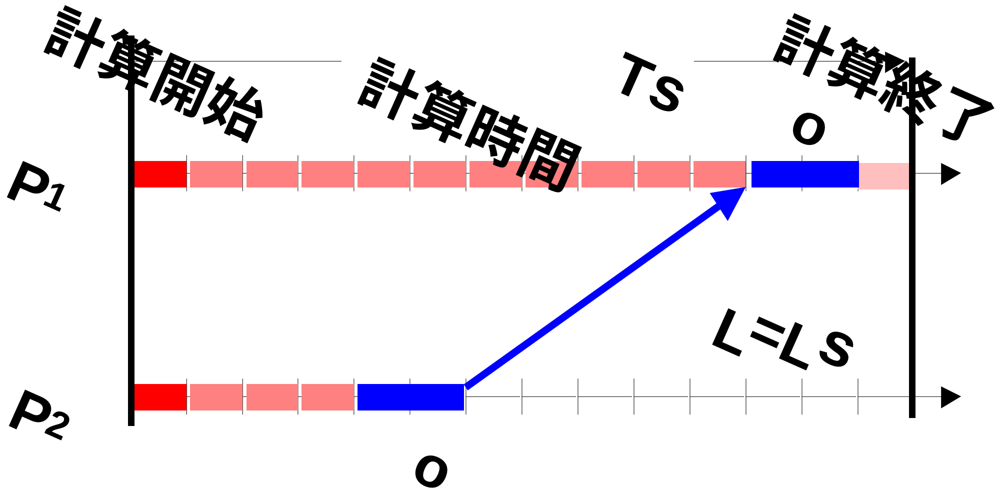
- 計算時間

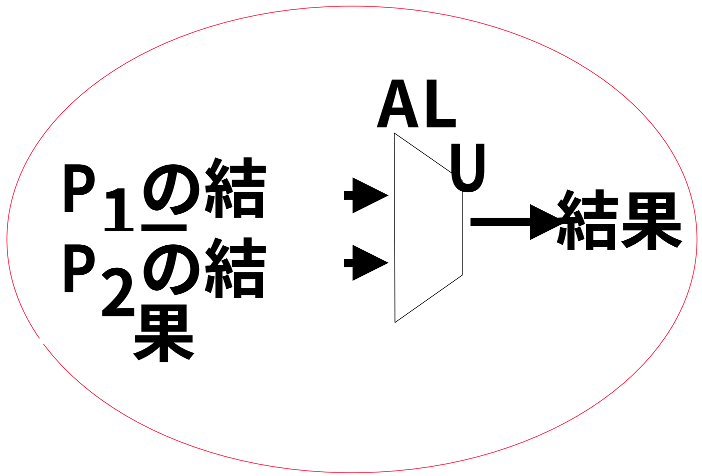
各プロセッサへデータを配付する時間
＋
データを加算し、結果を集め合計する時間

プロセッサ２つの場合

- 従来のLogPで、$L=L_s$とした時の計算時間（T_s）を求める

最適計算・通信スケジュール



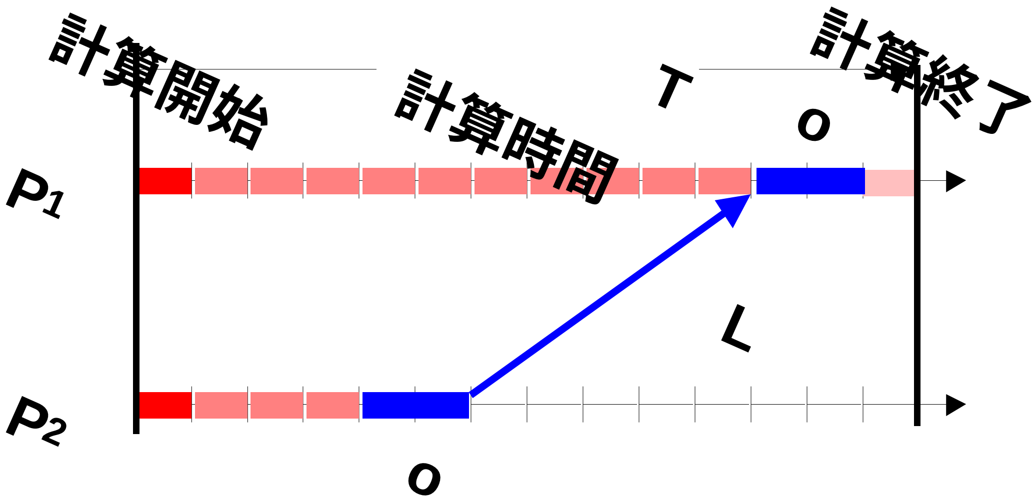


$$T_s = \frac{n + 3o + L_s}{2}$$

プロセッサ内部の加算の様子

Lがゆらぐと

- 実際のlatencyがδずれた時の計算時間（T）を求める



$$T = \begin{cases} T_s + \delta & (\delta \geq 0) \\ T_s & (\delta < 0) \end{cases}$$

Lが短くなったとき → 計算時間に変化なし

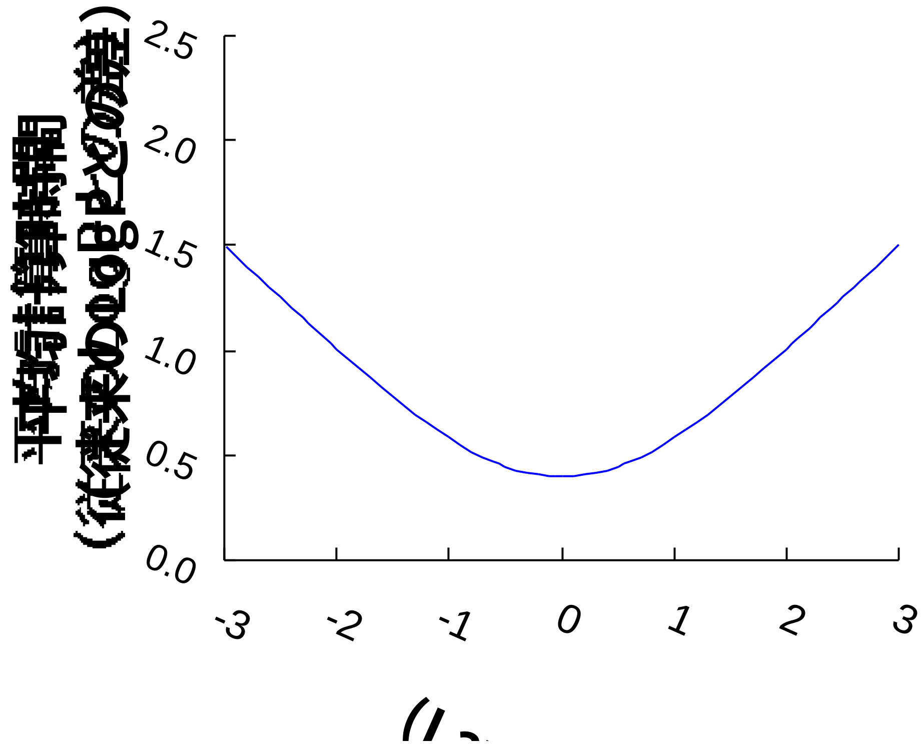
Lが長くなったとき → 計算時間が

平均計算時間の求め方

$$E[T] = \int_{-\infty}^{\infty} T\ p(\delta) d\delta$$

$$p(\delta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(\delta-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

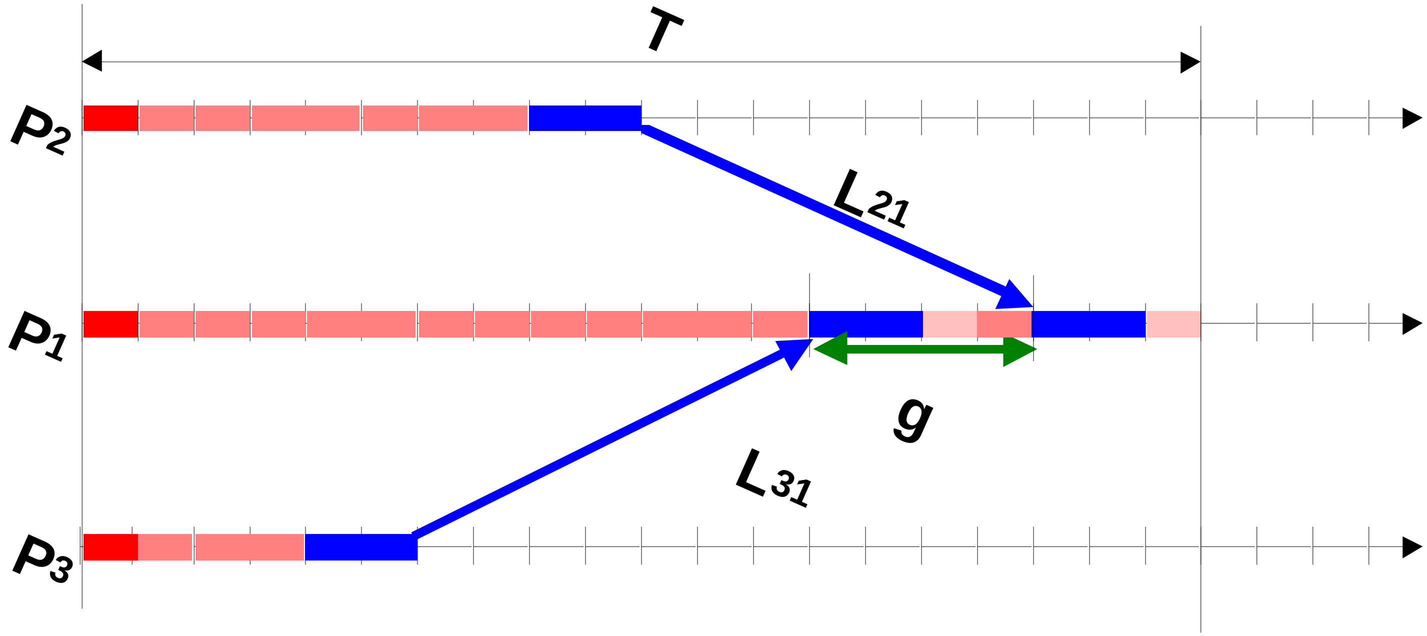
平均計算時間の変化



- $L_s = L_{ave}$（Lの平均）の時が最適スケジュール
- 予想計算時間は従来のLogPでLの平均を用いた場合+0.7σ

プロセッサ３つの場合

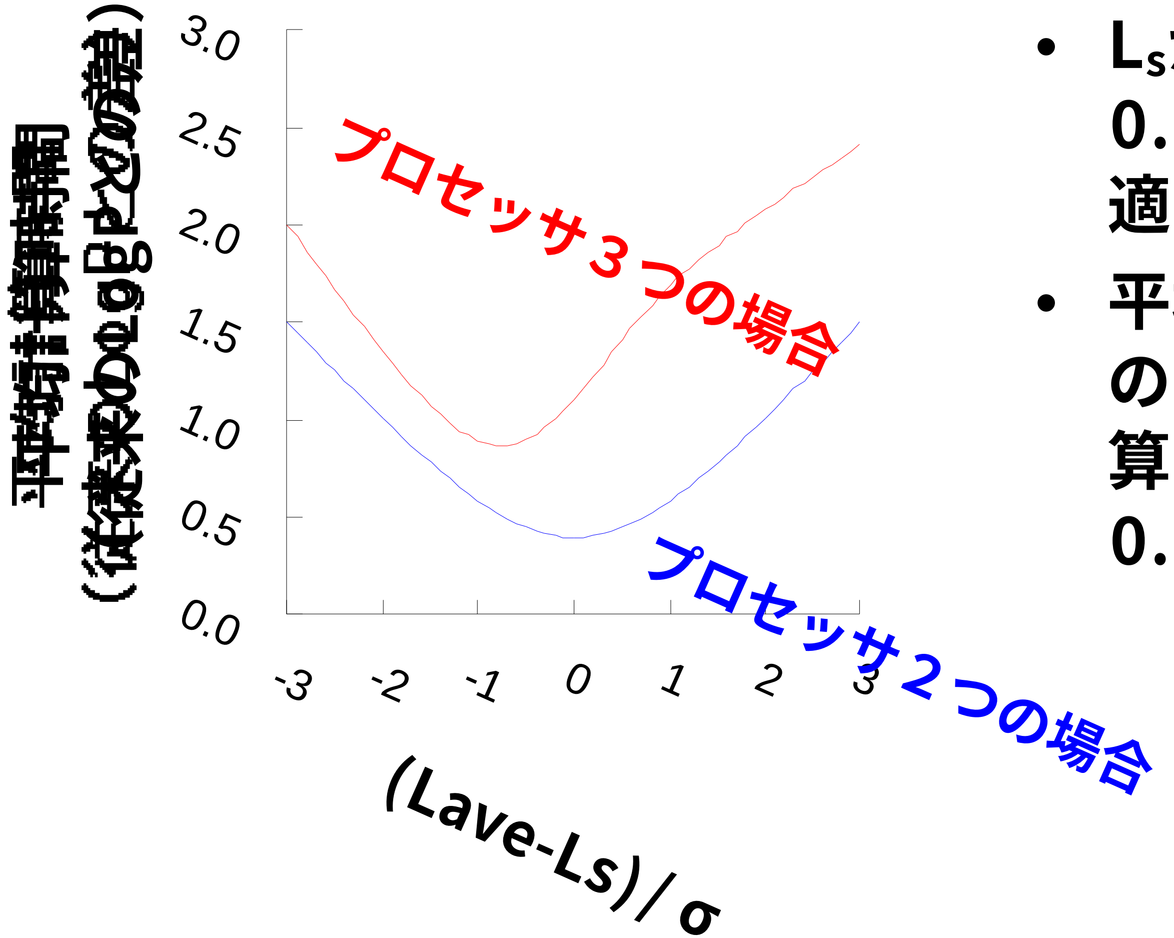
- P_1、P_3でそれぞれ計算
- P_2、P_3の結果をP_1に集める



L21、L31 のどちらかが予定より大き

T が大き

平均計算時間の変化



- グラフが左上にシフト
- L_sがLの平均より0.76σ大きいとき最適
- 平均計算時間は、従来のLogPでLの平均で計算した場合より、0.87σ大きい

まとめ

- ゆらぎを取り入れたLogPモデルを検討し、並列加算を例としてゆらぎ考慮の必要性を検討
  - σに応じてLogPモデルに用いるLの値を変えると最適スケジュールが得られる

↓

広域並列分散システムではゆらぎの考慮が重要なことが検証された