

クラウド環境における トランザクション処理の分析

國枝 秀行[†] 新川 芳行[†]

[†] 龍谷大学大学院理工学研究科情報メディア学専攻

1. 結論

近年,高度な分散化,多重化,仮想化によりクラウドコンピューティングは従来のネットワークシステムよりも性能予測が困難であるという問題を持つ.トランザクション処理をクラウド上で展開するには性能予測が重要となる.本研究ではAPIに着目し,アプリケーションフローに基づく,性能評価モデルの構築を行った.性能予測の確率的側面には時間カラーペトリネット(時間CPN)を,また,論理的側面にはUPPAALを用いた.

2. Google App Engine

今回研究対象とするGoogle App Engineはデータストア, Bigtable, Google File System(GFS)の三層構造で構成されている.しかし,詳細な内部構造や性能データは公開されていないため,本研究ではAPIに着目し,各APIの処理時間を実測することで,時間パラメータを推定し,アプリケーションに基づくモデル構築を行った.

3. アプリケーション構造に基づく性能予測モデル

GAE上でデータストアというKVS型データベースを使用するトランザクションは,処理時間のほとんどをGAEの提供するAPIの処理に費やす.このため,トランザクションをAPIのネットワークと見なし,個々のノードでの処理時間や待ちをシミュレーションにより求めることが可能と考えられる.この方式を実現するために,各APIの処理時間を求める必要があるが,GAEはクラウドの特性上これらのばらつきが大きいと考えられるため,日時や条件を変え複数回の測定を行って平均・分散を求めた.

4. 時間CPN によるシミュレーションと評価

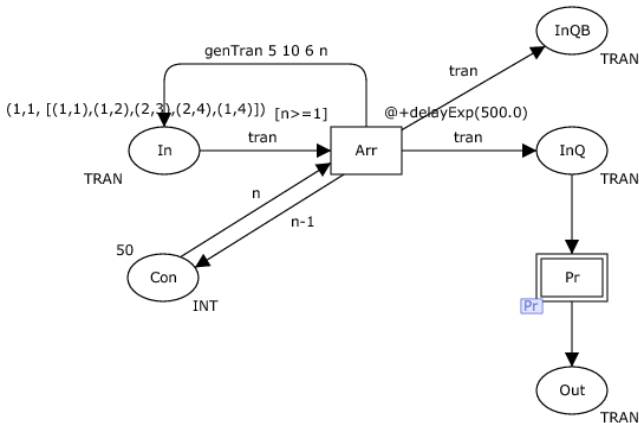


図1.CPNによる待ち行列を含むトランザクションモデル
時間CPNはプレースとトランジションという二種類のノード

よりなる二部有向グラフで,ノードでの遅延を確率的に扱うことができ,待ち行列表現が可能である.待ち行列モデルはM/G/nモデルを用いてモデリングする.到着時間はトークンの遷移が瞬間的に行われるためシステムの直前にダミーのプレースとトランジションを配置することで表現を行う.この到着時間の遅延はトランジションのガード関数に,分布関数に従ってランダムな時間を記述することで表現可能である.処理時間の表現も同様にアークのガード関数に時間表現の記述を行った.図1は待ち行列理論を組み込んだCPNモデルの一部である.

5. UPPAALによるシミュレーションと評価

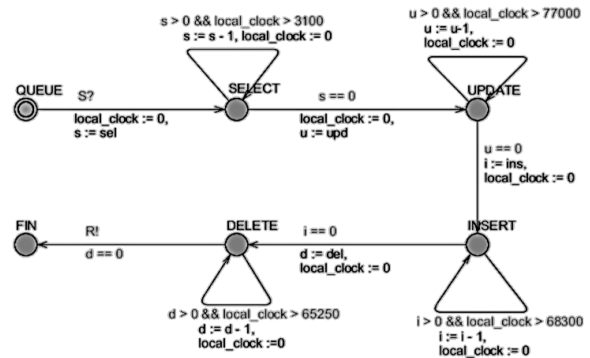


図2.UPPAALによるアプリケーションモデル

UPPAALは時間オートマトンと時相論理により,システムの時間制約を検証するモデル検査ツールであり,本研究では性能要件の論理的な側面を取り扱うために用いた.時間オートマトン表現された,前述のAPIネットワークに対し,性能要件を時相論理式表現することでシステムのレスポンスタイムとスループットの充足性を評価した.図2はAPIで作成したアプリケーションをUPPAALでモデル化したものである.

6. 結論

GAEでのトランザクション処理はAPIによる構造化されたデータベースアクセスにより性能評価モデルの作成が可能である.具体的な性能指標を得るために実測とシミュレーションを組み合わせることで要件を実現した.性能予測では確率的なアプローチを行う待ち行列理論を組み込んだ時間CPNと,論理的なアプローチを行うUPPAALによる時間制約式に対する時相論理式の真偽判定と時間オートマトンによる双方のモデル化の実現により可能であると示した.

参考文献

[1] 國枝 秀行,新川 芳行:クラウド環境におけるトランザクション処理の性能評価:電子情報通信学会:2013