Osaka University Knowledge Archive

Title	階層型通信プロトコルの性能評価に関する研究
Author(s)	稲井, 寛
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37531
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【104】

氏名・(本籍)	稲井　寛（いない　ひろし）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第　9606　号
学位授与の日付	平成3年3月14日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	**階層型通信プロトコルの性能評価に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授　宮原　秀夫 (副査) 教授　首藤　勝　　教授　鳥居　宏次　　教授　谷口　健一 教授　菊野　亨

論文内容の要旨

計算機ネットワークにおいて，データ伝送は通信機能ごとに階層化された規約（通信プロトコル）に基づいて行われる。従って，計算機ネットワーク上で効率的なデータ伝送を実現するためには，それぞれの階層の性能を単独に評価するのではなく，階層化された通信プロトコル全体の性能評価を行うことが重要である。本論文では，階層型通信プロトコルを用いて通信を行っているシステムの待ち行列網モデルとその近似解析手法を提案し，それに基づいて，階層型通信プロトコルの性能評価を行う。

まず，通信ノード上に階層型通信プロトコルを実装する場合の問題について検討する。通信ノードにおいて1つの処理装置が複数の階層の処理を行う場合，処理装置内で発生する処理要求の競合が通信システムの性能の低下を招く恐れがある。このような状況下で通信プロトコルの性能を向上させるためには，どの階層の処理をどの装置で行うべきか，どの階層の処理を優先的に行うべきかということを検討する必要がある。また，信頼性の高い通信を保証するために通信プロトコルのある階層でエラー回復の機能を提供する必要があるが，一般にエラー回復を行う階層はエラー回復を行わない階層に比べて通信のオーバヘッドが大きいため，効率的なデータ伝送を行うためにはエラー回復をどの断層で行うべきかということが問題となる。本論文では，複数の断層の処理が1つの処理装置で行われている場合を考慮を入れて，エラー回復の機能を持つ階層と持たない階層をそれぞれ待ち行列網でモデル化し，これらのモデルを積み重ねることによって，階層型通信プロトコルの実装形態を評価するためのモデルを構築する。解析では，階層ごとの待ち行列網モデルに対する解析法を示した後，隣接階層間のスループットが満足すべき関係式を導出し，その関係式に基づいて，全体のモデルを近似的に解析する方法を示す。数値例では，近似的解法の妥当性を示すと共に，通信プロトコルの実装形態が最上位層間の通信遅延に及

ぼす影響を明らかにしている。

次に，2つのノード間で通信を行っているシステムの性能をウインドウフロー制御を考慮に入れて評価する。一般に，ウインドウサイズが小さいと，パケットが下位の層に送出されにくいため，パケットが送信側のノードに留まる時間が長くなり通信遅延は増大する。一方，ウインドウサイズが大きいと，一度に大量のパケットが網内に入り，網の輻輳を招き通信遅延は増大する。また，効率的なデータ伝送を行うためには，受信側のバッファサイズを十分大きな値に設定する必要がある。バッファサイズが小さいと，バッファあふれにりパケットが失われる確立が高くなり，網のスループットが低下する。本論文では，同位層間の通信をウインドウフロー制御を行っている場合と行っていない場合について，それぞれ待ち行列網でモデル化し，これらを積み重ねることによって階層型通信プロトコルの性能評価モデルを構築する。解析では，同位層間プロトコルの待ち行列網モデルに対する解析法を示した後，隣接階層間におけるスループットが満足すべき関係式を導出し，その関係式に基づいて，反復手続きにより全体のモデルを近似的に解析する手法について述べる。数値例では，モデルに対する近似解析法の妥当性を示すと共に，ウインドゥサイズ，バッファサイズが通信遅延に及ぼす影響について検討している。

最後に，パケット交換網において複数の中間ノードを経由して通信を行うシステムのエラー回復方式とタイムアウト時間について考察する。エラー回復方式としては，終端ノード間の通信を司るプロトコル階層がエラー回復を行うEnd-to-Endエラー回復方式（ＥＥ方式）と隣接ノード間の通信を司るプロトコル階層がエラー回復を行うLink-by-Linkエラー回復方式（ＬＬ方式）について検討する。ＥＥ方式では送信ノードから再送が行われるので，中間ノード数が多くなるとエラー回復に要する時間が長くなり性能が低下する。一方，ＬＬ方式では各中間ノードが再送に備えて次のノードからＡＣＫが返って来るまでパケットのコピーを保持しているので，ノード間のリンクにおける遅延が大きい場合，送信ノードのみがパケットのコピーを保持しているＥＥ方式に比べて，パケットが中間ノードのバッファを占有する時間が長くなり性能が低下する。本論文では，パケット交換網をＥＥ方式，ＬＬ方式を採用しているそれぞれの場合について，待ち行列網でモデル化し，両方式の性能を比較して，両方式の通信遅延特性にリンクにおける遅延が大きな影響を及ぼすことを明らかにしている。また，パケットが送信ノードを出てからＡＣＫが返って来るまでの時間の変動は，ＥＥ方式の方がＬＬ方式よりも大きいため，ＥＥ方式でエラー回復を行うときにはタイムアウト時間の設定について充分な検討を行う必要がある。本論文では，受信ノードでパケットが正常に受け取られているにもかかわらず，タイムアウト時間の値が小さいために送信ノードから再送が行われる場合を考慮して，上述のモデルを近似的に解析し，ＥＥ方式において，平均の通信遅延を最小にするタイムアウト時間が存在することを明らかにしている。

論文審査の結果の要旨

計算機ネットワークにおいて，データ伝送は通信機能ごとに階層化された規約（通信プロトコル）に基づいて行われているため，計算機ネットワークにおけるデータ伝送能力は，通信プロトコルの性能に

大きく左右される。したがって，計算機ネットワーク上において効率的なデータ伝送を実現するためには，それぞれの階層の性能を単独に評価するのではなく，階層化された通信プロトコル全体の性能評価を行うことが重要である。本論文では，階層型通信プロトコルを用いて通信を行っているシステムの待ち行列網モデルとその近似解析手法を提案し，それに基づいて，階層型通信プロトコルの性能評価を行っている。

まず，通信モード上に階層型通信プロトコルを実装する場合の問題について検討している。通信ノードにおいては，一つまたは複数の処理装置が各層の処理を行っているため，処理装置内で発生する各層の処理要求の競合が通信システムの性能の低下を招く恐れがある。このような状況下で通信プロトコルの性能を向上させるためには，どの階層の処理をどの装置で行うべきか，また，信頼性の高い通信を保証するため，ある段階でエラー回復の機能を提供する必要があるが，その機能をどの階層で実現すべきかということが問題となる。本論文では，複数階層の処理が一つの処理装置に割り当てられていることに考慮を入れて，エラー回復の機能を持つ階層と持たない階層をそれぞれ待ち行列網でモデル化し，これらのモデルを積み重ねることによって，階層型通信プロトコルの実装形態を評価するためのモデルを構築している。解析では，まず，階層ごとの待ち行列網モデルに対する解析方を示し，次に隣接する二つの階層間でやり取りされるパケットのスループットが満足すべき関係式を導出し，その関係に基づいて，最上位層間の通信遅延を近似的に求める方法を示している。数値例では，モデルに対する近似的解法の妥当性を示すと共に，通信プロトコルの実装形態が最上位層間の通信遅延に及ぼす影響を明らかにしている。

次に，同位層間の通信にウインドウフロー制御を採用した場合としない場合について，それぞれ待ち行列網でモデル化し，これらを積み重ねることによって階層型通信プロトコルの性能評価モデルを構築し，そのモデルに対する近似解析法を示し，その妥当性をシミュレーションにより検証し，ウインドウサイズ，バッファサイズが通信遅延に及ぼす影響を明らかにしている。

最後に，複数の中間ノードを経由して通信を行うパケット交換網におけるエラー回復方式とタイムアウト時間について考察する。すなわち，End-to-End エラー回復方式，Link-by-Link エラー回復方式を採用しているそれぞれの場合について，パケット交換網におけるパケット伝送をタンデム型待ち行列網でモデル化し，両方式の性能を比較して，各方式が有効に機能するパラメータ領域を示し，さらに，平均の通信遅延を最小にするタイムアウト時間が存在することを明らかにしている。

以上，本論文は階層型通信プロトコルを採用している通信システムに対する待ち行列網モデルを提案し，それに対する近似解析手法を示している。これにより，階層型通信プロトコルの性能評価が解析的に行えるようになると同時に，種々パラメータの選定の指針を与えたという点においてこの分野に新しい知見を与えるもので，博士論文として価値あるものと認める。