

距離遅延が与えるTCP通信性能への影響と解決のアプローチ紹介

都甲 和幸

1. はじめに

今日のネットワークにおいて、IP通信は欠かせない通信方式になっています。TCP通信は其中で最も多く使用されている通信方式で、WEBアクセス、電子メール、ファイル共有といった日常的に使用する通信のベースになっています。これだけ使用されているTCP通信ですが、通信距離による遅延時間(距離遅延)の影響により通信速度が低下するという問題もあります。ここではその原因について解説し、解決のアプローチを紹介します。

2. 距離遅延がTCP通信に与える影響

TCP通信を行う場合、通信する

機器の間の距離が長くなるにつれて、通信速度が遅くなります。これはTCP通信のメリットである信頼性の高さに起因しており、ネットワークの回線速度を速くしても解決しない問題です。詳しい理由については次節で説明しますが、通信距離とTCP通信速度の計算上の関係は図-1のグラフのようになります。最近では1 Gbit/sのネットワークも普及していますが、通信距離が長くなればなるほど、帯域を使いきれないことがわかります。

3. 距離遅延の影響を受ける理由

TCP通信は、送信データの到達を保証するために確認応答(ACK)を待つしくみが備わっており、信頼

性の高い通信方式とされています。図-2は、遅延が小さい環境でのTCP通信の流れです。この場合はACKをすぐに受信できるため、データの送信が滞りなく進み、遅延による通信速度の低下はほとんどありません。なおTCP通信にはウィンドウサイズという概念がありACKを待たずに送信できるデータ量が決まっています。図ではそれを複数の矢印で表しています。ウィンドウサイズはOSの実装により異なりますが、最近では256KB前後が主流になってきています。サーバ用のOSではさらに多くのデータを送信できるものもあります。図-1は、ウィンドウサイズが256KBの場合のグラフになります。

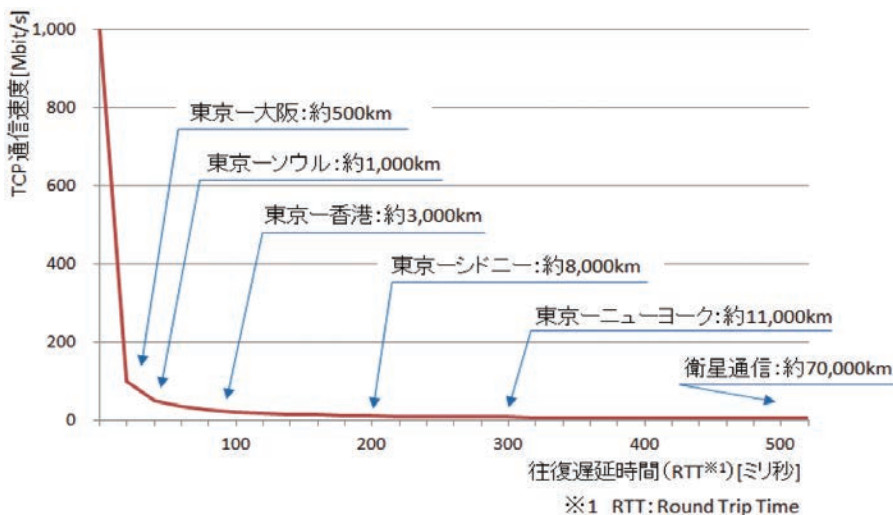


図-1 距離遅延とTCP通信速度の関係

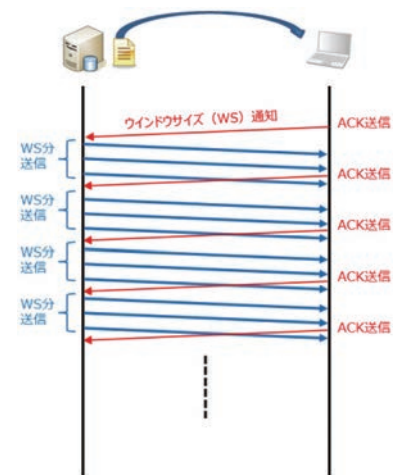


図-2 TCP通信の流れ (遅延小)

しかし図-3に示す通り、通信距離が長くなりACKの受信に時間がかかると、その間データの送信が待たされ、通信速度の低下につながります。これがTCP通信が通信距離の影響を受ける理由です。例えばウィンドウサイズを512KBとした場合、1 Gbit/sのネットワークでは、512KBのデータを送信するのに要する時間は約4msです。4ms以内にACKが受信できなければ次のデータの送信が待たされることになるため、遅延時間が4ms以上になる距離では回線速度に対し、実際の通信速度が低下することになります。

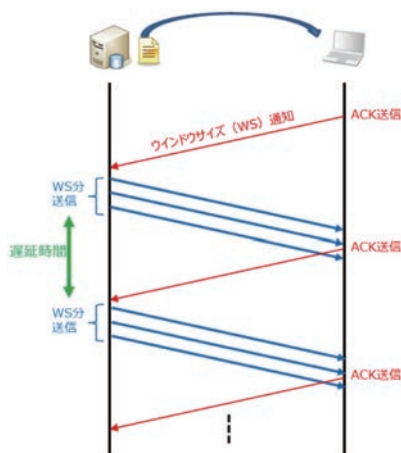


図-3 TCP通信の流れ(遅延大)

4. 解決のアプローチ

距離遅延によるTCP通信速度の低下という問題に対する解決策として、一般的に「WAN高速化装置」や「WAN最適化装置」と呼ばれるカテゴリの製品を使う方法があります。アプローチの方式として大きく2つあり、その概要を紹介します。

①TCP高速化

TCP通信速度が距離遅延の影響で低下するのは、相手からのACK受信に時間がかかり、その間、次のデータを送信できないことが理由で

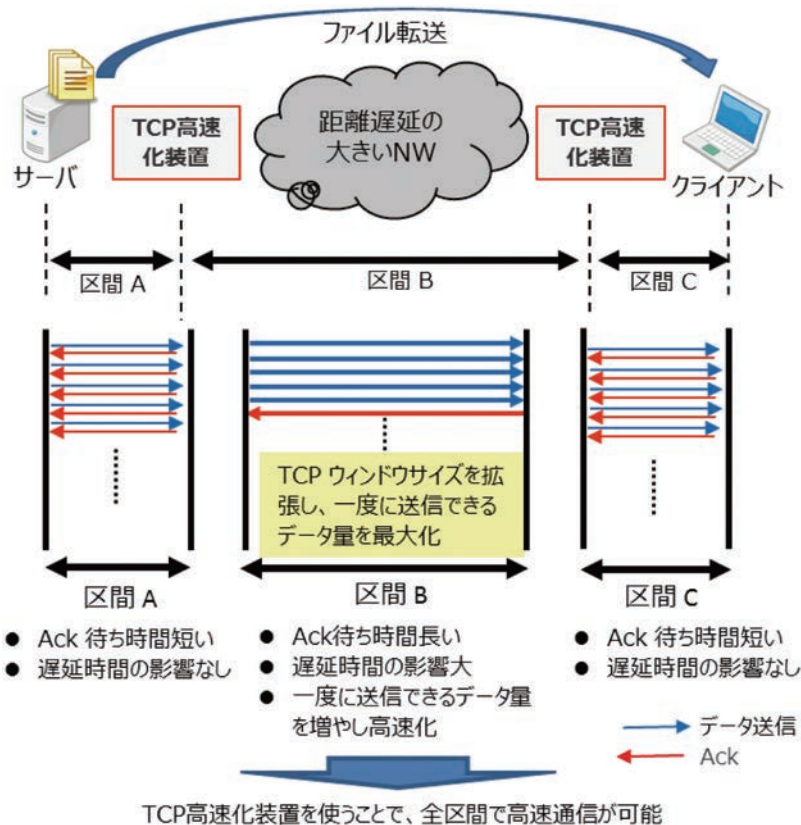


図-4 TCP高速化のしくみ

す。この時間を短くすれば通信速度の低下を抑制できます。この観点でのアプローチがTCP高速化です。TCP高速化ではウィンドウサイズを調整し、一度に送信できるデータ量を最大限に増やすことでACK待ち受けの無駄な時間を排除し高速通信を実現しています。TCP高速化による高速化のしくみを図-4に示します。

距離遅延が大きいネットワークをはさむようにTCP高速化装置を配置し、TCP通信を3つの区間に分けます。距離遅延が大きい区間Bは、TCP高速化装置が一度に送信できるデータ量を最大化してデータを送信することで、無駄なACK待ち時間を排除します。サーバとクライアントはお互いが直接通信しているつもりですが、実はそれぞれに近いTCP高速化装置とデータをやり取りしています。

このようにして、ネットワーク全

体を通して高速通信を実現しています。

②重複排除

重複排除は、ストレージへのデータ保存等で使われている技術で、重複するデータを排除してストレージを効率良く使うことを特徴としています。

ストレージに10MBのファイル2つを保存する場合を例にすると、通常は20MBの領域が必要になります。しかし、重複排除の技術を適用すると、図-5の通り、2つ目のファイルは1つ目のファイルとの差分と、1つ目のファイルの共通部分を指し示す参照情報だけになるため、大幅にストレージの容量を抑制できます。大雑把な計算ですが2つのファイルが90%同じ内容であれば、2つ目のファイルの保存に必要な領域は1MBとなり、合計11MBの領域で済みます。

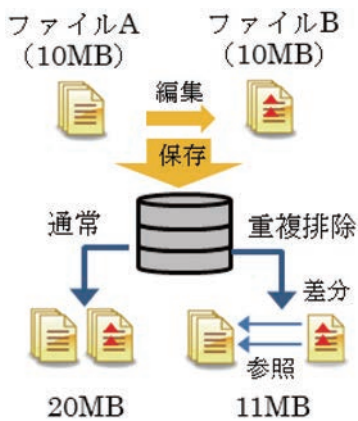


図-5 重複排除を適用した保存

重複排除の技術をネットワーク通信に応用すると、転送するデータ量を減らすことができます。データ量が少なくなれば転送に要する時間も短くて済むため、距離遅延の影響で通信速度が低下しても実質その影響を排除することができます。図-6に示したように、先の例で挙げた2つのファイルを転送する場合、通常であれば20MB分のデータ量を送らなければならないところ、重複排除により11MB分のデータ転送で済みます。つまりTCPの通信速度が半分になったとしても、データ量は約半分となるため、距離遅延がない環境とほぼ変わらない時間で転送できることになります。

重複排除は、「同じパターンのデータ」を何度も転送するようなケースで効果的です。例えば電子メールや、PCのアップデートファイル等を多数の宛先に送るケースが考えられます。最初の相手にのみ通常のデータ量で転送し、次からは重複排除により大幅にデータ量を削減し通信できるようになります。

5. アプローチの比較

TCP通信速度が距離遅延の影響で低下する問題に対して、解決のアプローチを2つ紹介しました。その特徴や効果を比較すると表-1のよ

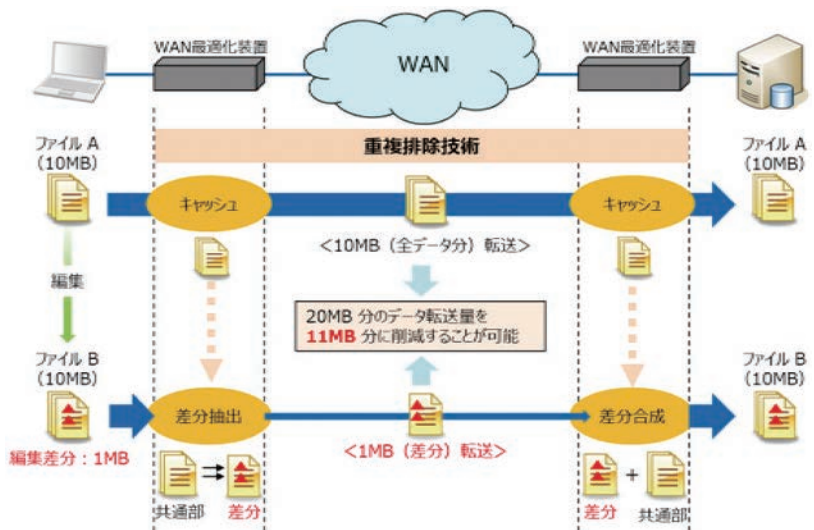


図-6 重複排除を適用したネットワーク通信

表-1 距離遅延の影響排除のためのアプローチ比較

	アプローチ	しくみ	適用効果大	適用効果小
①	TCP 高速化	<ul style="list-style-type: none"> 一度に送信できるデータ量を最大化 ACK 待ちによるデータ送信停止を抑制 	大容量ファイルの転送 Ex. 画像、映像、シミュレーションデータ	小さいデータのやり取り Ex. データベースのトランザクション処理
②	重複排除	<ul style="list-style-type: none"> 同一パターンデータを排除しデータ量を削減 ネットワークトラフィック量を下げ通信効率化 	同一ファイルの多数宛送信 Ex. 電子メール、Update ファイル等	差分の少ないデータ転送 暗号化データ通信

うになります。

6. まとめ

IPネットワークは今日の生活に欠かせないインフラとなっており、通信するデータ量は飛躍的に増大しています。TCP通信はデータ通信の基本的なしくみとして、これからも多くのアプリケーションで使用され続けていくと想定されます。今回、距離遅延がTCP通信にもたらす影響とその排除のための技術的アプローチについて紹介しました。用途に応じてこのような技術を適用することで、様々な環境で快適な通信を実現することができます。

(とこうかずゆき)

アンリツネットワークス(株)