

省電力と高性能を両立する小型 ルータ「UNIVERGE IX2105」

酒井 征直・高橋 寿真・秋葉 達夫

要 旨

UNIVERGE IXルータシリーズの最新モデル「UNIVERGE IX2105」では、ハードウェア設計における徹底した省電力化と、さまざまな高速転送技術を搭載したソフトウェアによって、低消費電力でありながらも企業ネットワークに求められる高速な転送性能を実現しています。本稿では、省電力と高性能を両立させた UNIVERGE IX2105 について、そのハードウェア技術及びソフトウェア技術を紹介します。

キーワード

●低消費電力 ●高性能 ●企業ネットワーク ●VPN

1. はじめに

世界的に環境問題が注目されるなか、企業ネットワークのデータ通信量は年々増加しており、ICT機器の省電力化の重要性はますます高まっています。日本国内では改正省エネ法が施行され、ルータやスイッチ製品についてもトップランナー方式¹の省エネ基準が設けられました。現行の改正省エネ法では、VPN（Virtual Private Network）機能²を持つ企業向けルータは当該省エネ基準の対象外とされていますが、24時間365日連続して動作する企業向けルータにおける省電力化は、社会全体の環境負荷の低減を実現していくうえで極めて重要です。また今後、改正省エネ法の適用範囲が企業向けルータにまで拡大されることも予想されます。

このような背景から、企業向けルータ製品である UNIVERGE IXルータシリーズ（以下 IXシリーズ）では、全機種エコシンボル³を取得するなど、以前から環境に配慮した製品開発に取り組んできました。本稿では更なる環境負荷の低減を追及し、エコシンボルスター⁴を取得した IXシリーズの最新モデル「UNIVERGE IX2105」の省電力と高性能について紹介します。

2. 徹底した低消費電力設計

IX2105のハードウェア設計では、主に以下の2点に注力しました。

(1) より低消費電力なデバイスの選定

数点のキー部品から成り立っているIXシリーズでは、いかに低消費電力なデバイスを選定するかが低消費電力化の鍵を握っています。しかし、企業ネットワークに求められる性能を実現するためには、低消費電力とは相反する高性能なデバイスを採用しなければなりません。特に高速転送性能を特徴とするIXシリーズでは、性能面での優位性を確保することが必須条件となります。また、IXシリーズでは高速化を実現するために専用のソフトウェアアーキテクチャを採用しており、デバイスの選定ではソフトウェアアーキテクチャとの親和性も重要な要素となります。

UNIVERGE IX2105の開発では、従来モデルで使用しているキー部品をゼロから見直し、デバイスの消費電力及び性能・ソフトウェアアーキテクチャとの親和性などの条件で、各部品ベンダのデバイスを徹底的にベンチマークしたうえで、部品選定を行いました。

ルータ処理の中核を担うCPUにも、さまざまなタイプの製

¹ トップランナー方式：現在商品化されている製品のうち、最も省エネ性能が優れている機器の性能を基準とする方式。

² VPN機能：ルータにおけるVPN機能とは、主に企業が安全にデータ通信を行うための暗号化機能を指す。

³ エコシンボル：NECが定めた環境配慮基準を満足する製品を認定する制度。

⁴ エコシンボルスター：エコシンボルの上位に位置付けられ、NEC並びに業界のトップランナーとなり得る基準を満足した製品を認定する制度。

品が存在します。ショートパケット転送に優れたCPU、ロングパケット転送に優れたCPUなど、CPUそのものの特性に加えて、必要となる周辺デバイスも製品によって変わります。さまざまな特性を持つCPUのなかから適切なCPUを選定するためには、優れた小型ルータハードウェア開発技術が不可欠です。

NECではIXシリーズの開発で培った小型ルータハードウェア開発技術を基に、企業ネットワークに求められる性能をいかに安定的に供給できるか、必要となる周辺デバイスも含めた消費電力をいかに低く抑えられるか、更にソフトウェアアーキテクチャとの親和性に問題はないか、適正な市場価格を実現するためのコストとなっているかなども含めて総合的に判断することで最適なCPUを選定しています。このように、1点1点の部品について詳細な検討を行った結果、キー部品だけでも従来モデルと比較して大幅な低消費電力化を実現できました。

(2) 電力効率を高める

デバイスの省電力化に加えて、電力効率を高めることも低消費電力化に大きく寄与します。そのためには、商用電源AC100Vを、デバイスが使用する直流電源にいかに効率良く変換できるかが重要なポイントとなります。UNIVERGE IX2105では、電源モジュール周辺回路の大幅な見直しを行うことで、効率約75%のAC-DC電源モジュールを採用することができました。その結果、効率約65%の電源モジュールを採用していた従来モデル UNIVERGE IX2005 と比較して、電力ロスを大幅に低減しています。

また、従来モデルでは一部にシリーズレギュレータ⁵を採用していましたが、UNIVERGE IX2105では内部のDC-DC電源をすべて高効率のスイッチングレギュレータに変更しています。一般的に、スイッチングレギュレータは周辺回路・パターンに十分配慮しないとノイズ源となってしまいますが、UNIVERGE IX2105の開発では、これまで培ってきた小型ルータの回路設計ノウハウを基に周辺回路で徹底したノイズ対策を実施することで、全面的にスイッチングレギュレータを採用できました。この変更により、従来は電圧降下分を熱として放出していた電力を有効活用できるようになり、電力ロスの低減に大きく貢献しています。

UNIVERGE IX2105のハードウェア開発では上述の2点以外

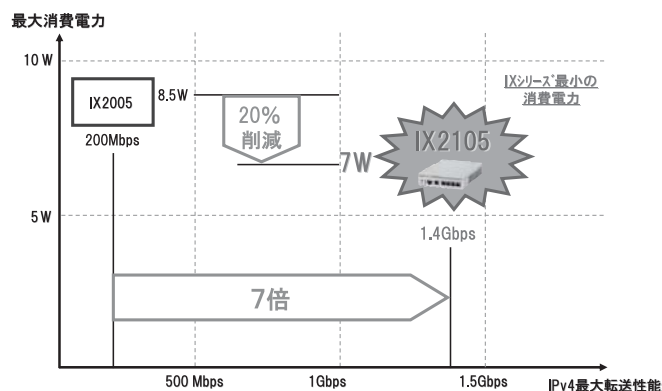


図1 UNIVERGE IX2105と従来モデルの比較

にも、デバイス内の未使用回路ブロックの停止、レギュレータ数・配置の最適化、部品点数の削減など、細部にわたって徹底的に省電力化に配慮した設計を実施しており、従来モデルのUNIVERGE IX2005に比べて性能を約7倍としながらも、消費電力は約20%削減できました（図1）。

3. ソフトウェア転送技術による高速化

UNIVERGE IX2105のハードウェアは低消費電力化に配慮しながらも、ルータとしての性能を発揮できるように設計されています。このハードウェアの持つ性能を最大限に引き出し、企業向けルータに求められる転送性能を実現しているのが、さまざまな高速転送技術を搭載したルータソフトウェアです。以下では、IXシリーズのルータソフトウェアで採用している主な高速転送技術を紹介します。

3.1 プロセススイッチのないパケット転送処理

高速転送技術の1つは、パケット転送中にプロセススイッチを発生させないフレームワークです。

プロセススイッチが発生するフレームワークでは、例えば、パケット転送処理中に新たなパケットが到着した場合、あるいは他の機能が実行された場合などでプロセスが切り替わります。プロセスが切り替わる際には、切り替えのための処理が発生するとともに転送処理が一時中断されるため、ルータ

⁵ シリーズレギュレータ：電源回路の一種。スイッチングレギュレータと比べ一般に、ノイズが少ない、安定性が高い、回路面積が小さいなどの特長があるが、電力損失は大きくなる。

省電力と高性能を両立する小型 ルータ「UNIVERGE IX2105」

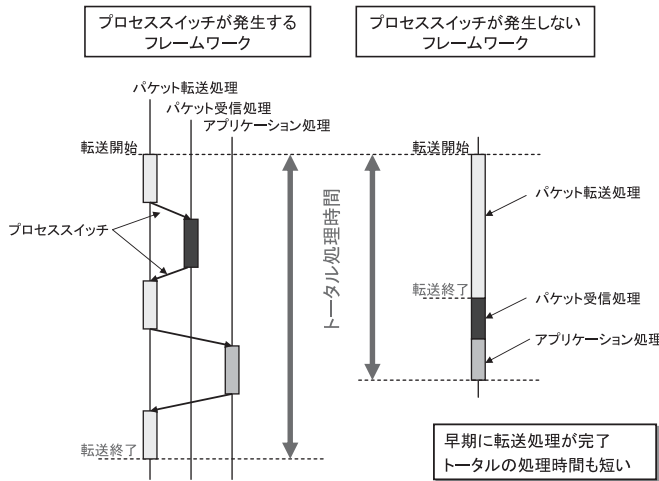


図2 パケット転送処理のイメージ図

としての転送性能は低下してしまいます（図2左）。性能低下を回避するには、CPUの性能を上げるなど、より高性能なハードウェアを採用しなければなりません。

一方、IXシリーズではパケットが到着してからパケットを送信するまでの間、プロセスが切り替わることなくノンストップで処理を実行します。新たなパケットの到着や、他の機能の実行はパケット転送処理が完了してから実行します。このように、IXシリーズのフレームワークではプロセススイッチによるオーバーヘッドが発生しないため、プロセススイッチが発生するフレームワークと比較して高速な性能を実現することができるのです（図2右）。

ただし、一般にこのような方式ではプロセススイッチのオーバーヘッドはなくなりますが、個々のアプリケーション処理が他の処理に影響を与えやすくなり、性能が安定しないことや、却って性能が低下してしまうことがあります。NECでは、転送性能を最適化するアプリケーション開発技術によって、個々のアプリケーションが他の処理に影響を与えないように抑制し、本方式を利用しながらも安定した高速転送性能を実現しています。

3.2 UFSキャッシュ技術

ルータではパケットを受信して転送する際に、IPsec（暗号化）ポリシーやパケットフィルタ、ルーティングテーブルの検索など、さまざまな検索処理を実施します。UFS（Unified

Forwarding Service）キャッシュ技術とは、それぞれの機能の検索結果を一元的に管理することでパケット受信時の検索処理を省略し、一気に該当機能の処理を実行する技術です。

通常、IPsec機能やパケットフィルタなどの各機能では、当該処理を適用するか否かを決定するために、それぞれの機能にパケット検索処理やその結果を保持するキャッシュを所有しています。

例えば、パケットを受信した後、IPsec受信処理で復号の条件に一致するか否かを検索し、該当すれば復号を実行します。次に、パケットフィルタ受信処理でパケットの通過条件を検索し、転送を許可するか拒否するかを判断します。その後も、ルーティングテーブルの検索など、いくつかの機能ごとに検索を行い、必要に応じて処理を適用したうえで最終的にパケットを送信します（図3左）。

このように、パケットを受信してから送信するまで、パケットによっては一部の機能が適用されない場合があったとしても、それぞれの機能を経由し、各検索処理が実行されます。

UFSキャッシュ機能では、最初にパケット処理を実施する

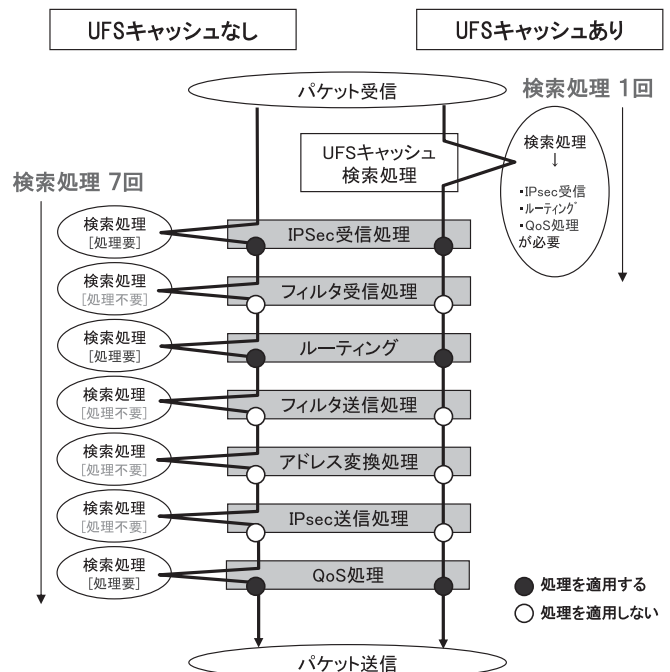


図3 UFSキャッシュの動作イメージ

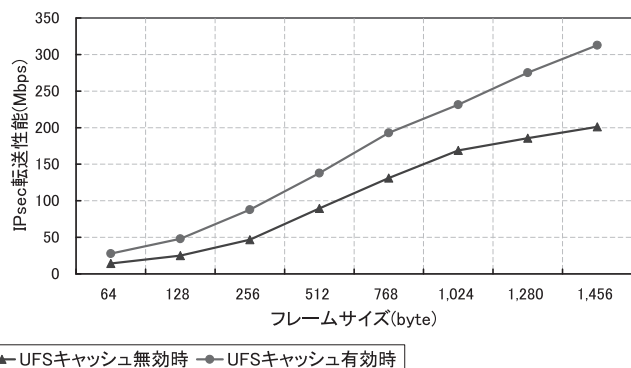


図4 UFSキャッシュの有効/無効による性能の違い

2010年12月弊社調べ

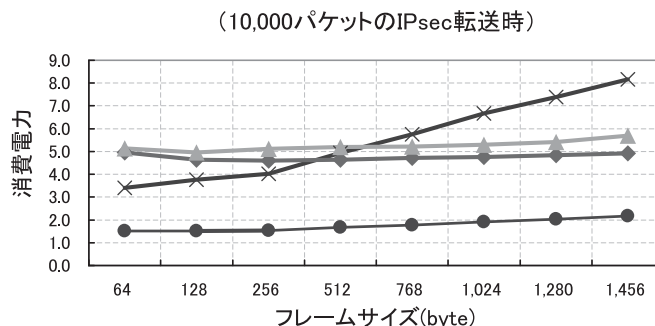


図5 10,000パケットのIPsec転送に要する消費電力の比較

2010年9月弊社調べ

際に各機能の検索結果を統合して一元的にキャッシュします。2回目以降のパケット処理では、UFSキャッシュの検索処理だけで、当該パケットに対して必要となるすべての処理を一度に判断できるようになります。UFSキャッシュ機能では、このようにパケット転送時に必要となる検索時間を大幅に短縮することによって、転送性能の向上を実現しています（図3右）。

図4は、UFSキャッシュを無効にした場合と、有効にした場合とでIPsec性能を比較したグラフです。UFSキャッシュを有効にすることで、全般的に転送性能が向上していることが分かります。

4. 市場のルータ製品との比較

企業向けルータの省電力化では純粋に消費電力が少ないことに加えて、少ない消費電力でいかに高速なデータ転送を実現できるかがポイントとなります。UNIVERGE IX2105では、これまでに紹介した技術によって低消費電力でありながら優れた転送性能を実現することができました。

図5は、同等クラスの主要な企業向けルータについて、VPN環境下（IPsec）で10,000パケットを転送するために必要な消費電力（転送性能に対する消費電力の比）を比較したグラフです。UNIVERGE IX2105では、他の企業向けルータと比較して同じ性能を半分以下の消費電力で実現できていることが分かります。

5. おわりに

以上、UNIVERGE IX2105において低消費電力と高性能の両立を実現しているハードウェア技術及びソフトウェア技術を紹介しました。NECでは、今後も企業向けネットワーク製品の省電力化に努めるとともに、これらのネットワーク製品を活用したソリューション提供によってワークスタイルの変革を実現し、環境負荷の削減に貢献してまいります。

執筆者プロフィール

酒井 征直
企業ソリューション事業本部
企業ネットワーク開発本部
マネージャー

高橋 寿真
NECインフロンティア
アクセスプロダクツ開発本部
マネージャー

秋葉 達夫
NECインフロンティア
アクセスプロダクツ開発本部
主任

●本論文に関する詳細は下記をご覧ください。

関連URL

UNIVERGE IXルータシリーズ製品サイト:
<http://www.nec.co.jp/nwk/ixseries/ix2k3k/>