

クラウドサービスを支える高信頼・省電力ネットワーク制御技術の研究開発

(環境対応型ネットワーク構成シグナリング技術)

基本計画書

1. 目的

「クラウドサービス」は企業のICT設備投資の負担軽減や情報処理の集約等による環境負荷低減効果が期待される場所であるが、その利用範囲の拡大に向けては、信頼性の向上（安定・確実なサービス稼働の維持）とともに、ネットワーク利用の拡大等に伴う通信トラフィックの急増への対応（消費電力の増大抑制）が重要である。

これらの課題に対応するため、本研究開発では、ネットワーク全体の省電力化を図りつつ、高信頼で高品質なクラウドサービスを実現するネットワーク制御技術を確立する。

これにより、国民生活及び社会経済活動における今後のICT利用の主流となることが予想されるクラウドサービスの信頼性向上等が図られるとともに、ネットワークにおける消費電力が削減され、温室効果ガス排出量削減が実現される。また、高度なネットワーク制御技術を世界に先駆けて開発することで、ネットワーク分野における我が国の国際競争力の強化を図る。

※本研究開発における「クラウド」とは、「クラウドコンピューティング」の略称として用いている。なお「クラウドコンピューティング」とは、「デジタル新時代に向けた新たな戦略～三か年緊急プラン～」（平成21年4月 IT戦略本部決定）において、「データサービスやインターネット技術などが、ネットワーク上にあるサーバー群（クラウド（雲））にあり、ユーザーは今までのように自分のコンピュータでデータを加工・保存することなく、「どこからでも、必要な時に、必要な機能だけ」を利用することができる新しいコンピュータネットワークの利用形態。」と定義されている。

2. 政策的位置付け

IT戦略本部が取りまとめた「デジタル新時代に向けた新たな戦略～三か年緊急プラン～」（平成21年4月9日：IT戦略本部決定）において、「我が国が強みを持つデジタル技術関連の革新的な技術の研究開発を加速化し、デジタル技術を活用した新産業のシーズを創出することにより、我が国の国際競争力の強化を図る。具体的には、世界最高水準の超高速・高信頼・極小エネルギー消費型の革新ネットワーク技術（中略）等の研究開発を推進する。」及び「クラウドコンピューティング等における更なる省エネ環境を実現するデータセンター等の情報通信機器・設備、ネットワークのすべてについて、環境面で世界最先端の技術の実用化を推進する。併せて、最新のグリーンIT技術及び高信頼化・セキュリティ技術の研究開発を加速化する。具体的には、(中

略) インターネットにおける省電力ネットワーク制御技術やトラフィック経路制御技術を内容とするエコインターネットの開発等を推進する」とされている。このほか、経済財政諮問会議による「経済財政改革の基本方針2009」(平成21年6月23日:閣議決定)において、「革新的な環境・エネルギー技術(中略)等、成長力強化と安全・安心確保につながる研究開発を推進する」とされている。

また、平成21年12月22日に発表された「原口ビジョン」(平成21年12月22日:総務大臣)では、2020年時点でCO2排出量25%削減という政府目標のうち10%以上をICTパワーで実現するため、「ICT産業のグリーン化の推進(Green of ICT)」等がうたわれ、同月30日に閣議決定された「新成長戦略(基本方針)」(平成21年12月30日:閣議決定)では、「グリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略」として「情報通信システムの低消費電力化など、革新的技術開発の前倒しを行う。」とされている。

これは、「民主党政案集INDEX2009」(平成21年7月 民主党)における、「地球温暖化対策基本法を制定し、2020年までに1990年比25%(中略)の温室効果ガス排出量削減を実現」する旨の記述に沿うものであり、また、平成21年9月22日の国連気候変動首脳会合においても鳩山首相により同内容が表明されたところである。

加えて、総務省の「ICTビジョン懇談会報告書―スマート・ユビキタスネット社会実現戦略―」(平成21年6月5日:総務省 ICTビジョン懇談会)においても、「次世代クラウド・ネットワークング技術(中略)など我が国の尖った技術の早期実用化に向けた研究開発の加速化と国際的な展開を図るための取組を強化し、国際競争力を持つ新たな産業を創出すべき」及び「ICT産業そのもののグリーン化を進めるため、インターネットの省電力制御等の開発などをICTグリーンプロジェクトとしてパッケージ化しグローバル展開を図るべき」とされている。

更に、「情報通信分野におけるエコロジー対応に関する研究会報告書―ユビキタス・グリーンICTの実現―」(平成21年6月:総務省 情報通信分野におけるエコロジー対応に関する研究会)において、喫緊の課題であるCO2排出削減に向けた今後の推進方策のため、民間における取組として「環境自主行動計画の策定やガイドラインの策定等」が、国の取組として「省エネ設備等の投資促進税制の利用促進、研究開発等」が挙げられており、効率的にCO2排出削減を実現するためには、研究開発を含めたこれらのすべての取組を官民が連携しつつ確実に実施していくことが重要とされている。

3. 目 標

(1) 政策目標

クラウドサービスにより、ICTを資産として「所有」せずに使った分だけ対価を支払い「利用」する形態となり、いつでもどこからでもネットワークを通じて必要なコンピュータ資源に柔軟にアクセスし利用することが可能である。こうしたクラウド

サービス市場は、ICT設備投資の負担軽減や情報処理の集約による環境負荷低減の効果が大きいと期待され、今後急速に拡大すると予測されている。

しかし一方で、既存のクラウドサービスに対しては、データ処理を外部に委ねることへの不安（サービスの安全性・信頼性や情報流出に対する懸念等）が根強く存在しており、国民一人一人や一般企業が安心して利用できるようにし、ひいてはクラウドサービスを、より広範な業務（企業の基幹業務や社会インフラサービスといった、ミッションクリティカルなサービス等）に活用するために、安全性・信頼性の一層の向上を図っていくことが不可欠である。

加えて、ネットワーク側にデータ処理を大きく依存するクラウドサービスの拡大は、ネットワークのトラフィックの飛躍的拡大を伴い、ネットワーク全体の消費電力がますます増大することが予想される。このため、世界的な課題でもあるCO₂排出削減に対する取組のため、クラウドサービスを提供するためのネットワークの省電力化技術も重要である。

こうした課題を解決するため、本研究開発を実施し、クラウド間及びクラウド／ネットワーク間連携による高信頼サービスや、ネットワークの全体最適化による低消費電力化を実現するための技術を確立する。

また、現在のクラウド市場は、先行する一部企業がそれぞれ独自技術でシステムを構築しサービスを提供しているケースも多く、市場の健全な発展が妨げられるのではないかと懸念がある。そのような中、我が国が先行する次世代IPネットワークやユビキタスで培った技術を積極的に活用しながら研究開発に取り組み、その成果について積極的に国際標準化に取り組むことで、クラウドサービス市場での我が国ICT産業の発展と国際競争力強化を図る。

（2）研究開発目標

本研究開発課題においては、クラウドサービスの信頼性向上（安定・確実なサービス稼働の維持）と、ネットワーク利用の拡大（通信トラフィックの急増）に伴う消費電力の増大抑制を実現する高度なネットワーク制御技術である、「高信頼・省電力ネットワーク制御技術」の確立を目指し、当該技術の要素技術のひとつとして、通信量の変化に応じて、ネットワーク機器及びサーバの稼働数や稼働箇所を迅速・柔軟に変化させることにより、ネットワーク全体の電力消費を必要最小限にするための「環境対応型ネットワーク構成シグナリング技術」の研究開発を実施する。

4. 研究開発内容

環境対応型ネットワーク構成シグナリング技術の副要素技術として、以下の2つの技術の研究開発を実施することにより、ネットワーク全体の電力消費を最適化させる技術を確立する。

（1）リソースマネジメント技術

① 概要

現在のネットワークは、回線の混雑状況や通信速度・遅延を考慮してトラフィックを分散・平均化させるため、トラフィック量が微量でもすべてのネットワーク機器が稼働する。また一般に、ルータの消費電力はトラフィック量の大きさに比例しないものであり、トラフィックがほとんどなくても一定以上の電力を消費するため、ネットワーク全体で見るとピーク時を除いて常に余剰となる電力を消費している。

このような余剰となる電力消費を抑制するため、トラフィック量の変化に応じて、ネットワーク機器の稼働数や稼働箇所をリアルタイムかつ柔軟に変化させることにより、ネットワークリソースの消費電力が必要最小限になるネットワークを構成する技術について研究開発を行う。

② 技術課題

ネットワーク全体の消費電力を削減するためには、ピーク時でない状況において、トラフィックを一部の経路に集約させることにより、例えばトラフィックが流れないネットワーク機器を生じさせて、そのネットワーク機器の一部または全部の機能を停止させる必要がある。それにより、機能を停止させたネットワーク機器を除く必要最小限のネットワーク機器によって、その時間帯におけるすべてのトラフィックを転送できるネットワークが構成されることとなり、ネットワークの消費電力を低減させることが可能になる。

一方、トラフィック状況は時々刻々と変化するものであり、ネットワーク全体の消費電力が必要最小限となるネットワークの構成はトラフィック状況ごとに異なる。そのため、ネットワーク全体の消費電力を常に必要最小限にするためには、トラフィック状況の変化に応じてネットワーク構成を変更する必要がある。

また、このようなネットワーク構成においては、ネットワーク機器の稼働数や稼働箇所が必要最小限となっているため、トラフィックが急増した場合、通信劣化や輻輳、通信の不達が生じる可能性がある。

そのため、通信劣化等が生じる前に、機能停止中のネットワーク機器群の中から、ネットワークに追加すべきネットワーク機器について、必要最小限の追加稼働数及び追加稼働箇所を決定し、それによってリアルタイムかつ柔軟に新たなネットワークを構成することが必要であり、これが本技術の研究開発課題である。

また、サーバ処理の増大により、稼働するサーバが追加される場合においても、柔軟かつ事前にネットワークを構成することが必要である。これについても本技術の研究開発課題である。

③ 到達目標

電気通信事業者内のネットワークを想定し、AS内のすべてのネットワーク機器に本技術を適用した際、ネットワーク機器の消費電力の総量を従来と比較して約2割から3割削減できるようにすることを目標とする。

(2) リソース連携シグナリング技術

① 概要

現在のインターネットにおいて、ネットワーク制御とサーバ処理に関する制御はそれぞれが個別の判断で行われており、サーバとネットワークは互いの状態や制御情報を把握していない。そのため、ネットワークとサーバは機器単位で個別に省電力化に向けた開発が進められているが、結果としてネットワーク及びサーバ全体の消費電力が最適に低減される仕組みにはなっていない。

そのため、トラフィック状況及び複数の地点に設置されるサーバの処理状況等を一元的に管理し、それらの状況に追従して、ネットワーク及びサーバを制御し、ネットワーク及びサーバ全体の消費電力を最適に低減させる技術について研究開発を行う。

② 技術課題

ネットワーク及びサーバ全体の消費電力を低減させるためには、複数の地点に設置されるサーバの処理状況及びトラフィック状況、電力消費状況に応じて、例えば処理を別地点のサーバに集約させる等、サーバ全体の消費電力が低減されるようにサーバを制御することが必要である。更に、サーバ全体の省電力効果を損なうことのないようにネットワーク機器を制御することにより、ネットワーク及びサーバ全体の消費電力を最適に低減させることが可能となる。

一方、トラフィック状況及びサーバの処理状況等は時々刻々と変化するものであり、ネットワーク及びサーバ全体の消費電力が最適となる制御パターンはトラフィック状況及びサーバの処理状況等が変化すると異なる。そのため、ネットワーク及びサーバ全体の消費電力を常に最適にするためには、トラフィック状況及びサーバの処理状況等の変化に応じて制御パターンを変更する必要がある。なお、サーバ処理の集約先の選定に際しては、ネットワークのトラフィック量を削減するという点も考慮する必要があり、それに加えて、その集約先のサーバへの処理の転送によるトラフィック量も考慮する必要がある。

そこで、トラフィック状況及びサーバの処理状況等の変化に応じて、ネットワーク及びサーバ全体を制御するため、トラフィック状況及びサーバの処理状況等の傾向を踏まえ、以降のトラフィック状況やサーバの処理状況等を予測し、ネットワーク及びサーバをリアルタイムに制御する技術を実現することが本技術の研究開発課題である。

③ 到達目標

電気通信事業者内のネットワークを想定し、AS内のすべてのネットワーク機器及びサーバに本技術を適用した際、ネットワーク及びサーバの消費電力の総量を従来と比較して約2割から3割削減できるようにすることを目標とする。

5. 実施期間

6. その他 特記事項

- (1) 本研究開発の提案に際して、本計画書に定めた研究開発内容について、当該研究開発内容に示す副要素技術及び技術課題の区分けにとらわれることを要しない。ただしその場合は、当該研究開発内容と、提案された研究開発内容との対応を明確にすること。
- (2) 本研究開発の実施及び提案にあたっては、次の点を考慮すること。
 - ① 本研究開発の要素技術である、「高信頼クラウドサービス制御基盤技術」と「環境対応ネットワーク構成シグナリング技術」は、両要素技術間の連携が無い場合、ネットワークの経路制御において互いの技術が競合することが想定される。こうした事態を防ぎ、本研究開発の推進と研究開発成果の展開を効果的に推進するため、以下の各事項を考慮した研究開発計画とすること。
 - ア) 要素技術間及び要素技術内の連携も十分に考慮した上での技術開発とすること。
 - イ) 研究開発の実施にあたって、両要素技術間の連携を促進するため、各課題の責任者等により構成する「研究開発プロジェクト統括会議（仮称）」を設置し、その統括の下で研究開発を遂行すること。なお、具体的な連携方法については、提案の採択後、上記会議において協議を行い定めること。
 - ② 経済産業省のクラウド関連施策である「次世代高信頼・省エネ型IT基盤技術開発・実証事業」との技術の相互連携について、総務省の指示のもと必要に応じて協力を行うこと。
 - ③ 研究開発成果の早期実用化と広範な普及を図るため、以下の各事項を考慮した研究開発計画とすること。
 - ・実証実験においては、国内のインターネットサービスプロバイダの参加を募り、実用化後の導入を促進すること。
 - ・平成25年度を目処に本技術を実用化し、有効性を確認する試験運用及び製品化を経て、平成27年度までに実インターネット上で運用されるよう取り組むこと。
 - ・これとほぼ平行して、ベンダ主導により、インターネットサービスプロバイダを主要ターゲットとして本技術を用いた製品を国内外に展開することを目指すこと。
 - ・省電ルーティングプロトコル等を国際標準化するため、標準化機関・団体（ITU-T や IETF）において標準化を目指すこと。