

セキュアクラウドネットワーク技術の研究開発 (インテリジェント分散処理技術) 基本計画書

1. 目的

本研究開発は、高度化・多様化し続ける ICT サービスの要求条件に対応し、新たな価値を創造する社会基盤となるネットワークインフラを実現する「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」のひとつとして、急速に普及しつつあるクラウドコンピューティングサービス（以下「クラウドサービス」という。）が抱える安全性・信頼性等の課題の解決につながる「セキュアクラウドネットワーク技術」の研究開発等を実施するものである。

次世代 IP ネットワークやユビキタス等で世界に先行する我が国の強みを活かしつつ、現在のクラウドサービスが抱える諸課題を解決し、もって、様々な分野で安心して利用可能な信頼性の高いクラウドコンピューティング環境を我が国に実現することを目指す。

2. 政策的位置付け

第 3 期科学技術基本計画（平成 18 年 3 月 28 日 閣議決定）の分野別推進戦略において、「大量の情報を瞬時に伝え、誰もが便利・快適に利用できる次世代ネットワーク」が戦略重点科学技術のひとつに選定されている。

平成 21 年 3 月に、総務省が発表したデジタル日本創生プロジェクト（ICT 鳩山プラン）において、産業の底力発揮につながるデジタル新産業の創出に向け、「安全で信頼性の高い次世代クラウド・ネットワーク技術を含む世界最高水準の超高速・高信頼・極小エネルギー消費型革新ネットワーク技術」等の研究開発を加速化し、ICT 分野における新産業のシーズを創出するとともに、我が国の国際競争力の強化を図るとされている。また、政府の底力発揮に向けた取組として、クラウドコンピューティングなどの革新的技術を活用し、関係府省が連携してハードウェアの統合・集約化や共通機能のプラットフォーム化を推進する「霞が関クラウド（仮称）」の段階的整備等が謳われている。

IT 戦略本部に設置された「IT 戦略の今後の在り方に関する専門調査会」が、平成 21 年 3 月に取りまとめた「デジタル新時代に向けた新たな戦略 ～3 年緊急プラン～」においても、霞が関クラウドの構築等とともに、「電子自治体の推進に当たっては、ASP・SaaS や共同利用型のクラウドコンピューティングなどの技術を積極的に活用する」とされている。また、革新的なデジタル技術創成のための研究開発として、「世界最高水準の超高速・高信頼・極小エネルギー消費型革新ネットワーク技術」等の研究

開発を推進するとされている。

更に、平成21年4月に、「『経済危機対策』に関する政府・与党会議、経済対策閣僚会議合同会議」において決定された「経済危機対策」においても、「成長戦略—未来への投資」における「底力発揮・21世紀型インフラ整備」のためのひとつの柱となる「ITによる底力発揮」に向けた施策のひとつとして、「官民共用型のクラウド・データセンターの分散配置及び霞が関・自治体クラウド（仮称）の推進」や「革新ネットワーク技術の開発等による新産業の創出」が掲げられている。

3. 目 標

(1) 政策目標

柔軟なICTサービスの提供や低コスト化、省エネ化等を可能とするクラウドサービスは、今後大きな市場へと発展するものと期待されているが、先行する一部企業がそれぞれの独自仕様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の懸念がある。また、現状のクラウドコンピューティング環境は、サービスの信頼性や即応性（遅延時間）等の問題から、交通や金融等のミッションクリティカルな分野におけるニーズには十分に対応できないなどの課題が指摘されている。

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、こうした課題の解決に繋がる基盤技術の研究開発や国際標準化に取り組み、現行のクラウドサービスより高品質・高信頼で、省電力かつ使い勝手の良い次世代のクラウドサービスを実現することで、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、様々な分野において、安全で信頼性の高いクラウドサービスを柔軟かつ低コスト・低消費電力で利用可能とするためのネットワーク環境を実現する「セキュアクラウドネットワークング技術」の確立を目指し、当該技術の要素技術のひとつとして、数百システム、数千の仮想サーバからなるクラウドが10個以上、ネットワーク上に分散して存在する環境を想定し、ネットワーク上における情報処理機能を最適分散配置し、サービスの高速化・高信頼化・エネルギー効率の向上を図る「インテリジェント分散処理技術」の研究開発を実施する。

4. 研究開発内容

(1) 概要

ネットワーク上に分散配置されるエッジノード及び上位ノードをインテリジェント化し、これらのノード群による最適な分散処理を行うインテリジェント分散処理技術の研究開発を行う。

本技術を適用したクラウドシステムにおいては、インテリジェント化されたエッジおよび上位ノードが、クラウドに配置された多種多様なセンサ等から生じる膨大な情報を分散して高速に処理し、実世界へリアルタイム・フィードバックすることで、クラウドサービスの高速化を達成する。

さらに、センサ等から生じる膨大な情報の伝達・蓄積を多重化・最適化し、クラウドサービスの高信頼化、エネルギー効率向上を実現する。

(2) 技術課題

ア) 広域分散インテリジェント・センシング／フィードバック技術

従来は、センサ自体、センサからの情報を収集するネットワークのコストにより、センシング情報の収集量が制限されてきた。しかし今後は、センサやネットワークの低コスト化を受け、収集されるセンシング情報の量は飛躍的に増大するものと予想される。これら全てのセンシング情報を、従来のデータセンタ集中型のモデルで処理しようとする、クラウドシステム全体で高性能な設備が必要となり問題である。そこで、エッジノードにおいて、不要データの削除や、上位ノードが必要とするデータ（平均値、最大値／最小値、異常値等）への変換等のフィルタリング（一次処理）を実施した上で上位ノードへ情報を伝達するインテリジェント・センシング技術の研究開発を行う。

さらに、リアルタイム性を要求される、交通や金融、プラントなどの分野においてもクラウドサービスを利用可能とするために、上位ノードからの制御情報に基づき、クラウド内のエッジノードで高速かつ低遅延に実世界への制御を実行するインテリジェント・フィードバック技術の研究開発を行う。

イ) リアルタイム解析・リフレクティブ制御技術

実世界から入力されるセンシング情報は、従来データセンタにおいて蓄積・処理が行われてきた。しかし、膨大なセンシング情報を伝達、蓄積、処理することにより高度意味情報を抽出するため、処理結果が反映されるまでに少なくとも数秒オーダーで遅延時間が発生し、リアルタイム性を要求されるサービス（プラント制御、アルゴリズムトレード、予防保全など）において実世界へのフィードバック遅延が問題となっている。このフィードバック遅延を低減するためには、クラウド内のエッジノードとデータセンタの中間に配置される上位ノードが、リアルタイム性の要求される処理を実施することで情報の伝送遅延を低減し、さらに、膨大な情報の処理を高速かつ低遅延に実施する必要がある。

そこで、クラウド内に位置する情報を集約する上位ノードがデータセンタあるいは他の上位ノードと連携して情報をリアルタイムに処理し、高度意味情報を高速かつ低遅延に抽出・解析（二次処理）するリアルタイム解析技術の研究開発を行う。

さらに、抽出・解析情報に従い、実世界へのフィードバック指示や、他のノードや情報機器への抽出・解析情報の転送処理を高速かつ低遅延に実現するリフレクティブ制御技術の研究開発を行う。

ウ) 実世界情報処理システムの管理・制御技術

広域分散して配置されるデータセンタと、クラウドに配置され多数のセンサ等からの情報を一次処理する多数のエッジノードおよびエッジノードの処理結果を集約し高度な意味情報を抽出する複数の上位ノードを用いて、全体として統制のとれた情報処理を行うためには、情報の伝達経路の最適化や情報蓄積を行うデータセンタの適切な選択、各エッジノード・上位ノードで実施される情報処理手順を記したアプリケーションの適切な配布および管理・制御が必要となる。

さらに、センサ、エッジノード、上位ノード、データセンタを対象として、処理性能や信頼性、エネルギー効率等の指標に基づいた統合的なモニタリングによって「見える化」を行うと共に、必要に応じて再制御・再配置を実施して、クラウドが提供するサービスの最適化を行う。

そこで、これらを実現するためのエッジノード・上位ノード・データセンタ間の連携とこれらの統合的な管理・制御・モニタリングによってサービスの高速化・高信頼化・エネルギー効率の最適化を図る最適化技術の研究開発を行う。

(3) 到達目標

ア) 広域分散インテリジェント・センシング／フィードバック技術

エッジノードにおいて、クラウド内に配置したセンサから、最大 1000 イベント/秒で集約される情報を、一次処理した上で上位ノードへと 100Mbps に集約することを可能にするとともに、上位ノードから戻される緊急停止信号等の制御情報を、エッジノードを介し、高速に実世界にフィードバックする技術を実現する。

イ) リアルタイム解析・リフレクティブ制御技術

リアルタイム解析技術においては、エッジノードの情報を集約し分析・解析を実行するクラウド内の上位ノードにおいて、エッジノードより入力される 10Gbps のデータのリアルタイムでの解析を可能とする。また、リフレクティブ制御技術においては、抽出・解析情報に従い、実世界へのフィードバック指示や、他のノードや情報機器への抽出・解析情報の転送処理を、10 ミリ秒の遅延時間で実施するリフレクティブ制御を実行可能とする技術を実現する。

ウ) 実世界情報処理システムの管理・制御技術

クラウドに配置された 1 万台級のエッジノードを統合制御するとともに、データセンタを含めた系全体の消費電力を 30%削減する実世界情報処理システムの管理・制御技術を実現する。

5. 実施期間

平成 21 年度から平成 23 年度までの 3 年間

6. その他 特記事項

本研究開発の実施にあたっては、次の点を考慮すること。

- (1) 本研究開発を効果的に推進し、セキュアなクラウド・ネットワーキング環境の早期実現を図るためには、「セキュアクラウドネットワーキング技術の研究開発」の一環として実施する「クラウド同期型次世代IPネットワーク基盤技術」に関する研究開発及び「クラウドサービス連携技術」に関する研究開発と密接に連携しながら推進する必要があることから、これら関連の研究開発課題との連携も十分考慮した上で、具体的な研究開発提案を行うこと。
- (2) セキュアクラウドネットワーキング技術に関連する各研究開発課題間の連携を確実なものとするため、各課題の責任者（及び必要に応じて有識者）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ものとする
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とする。
- (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計画とすること。
 - ① 様々なクラウド事業者による技術の採用や異なるクラウド事業者間の連携に繋がるよう、標準インタフェース等の確立を念頭においた計画であること。
 - ② 独立行政法人情報通信研究機構（NICT）が整備するテストベッド環境を活用するなどして、有識者や当該技術の将来のユーザとなる企業等の参加も得つつ、実証実験、評価・改良等を行うこと。
 - ③ 国際電気通信連合（ITU）等の国際標準化機関・団体への提案やフォーラム活動等を通じて、技術仕様の国際標準化、オープン化を図ること。
- (4) 政府予算の状況等により、本研究計画の2年目以降の計画に大幅な変更が余儀なくされる場合もあり得ることから、できる限り初年度に各技術課題の基本的な枠組みを確立し、その成果を公表できるようにすること。