

＜基本計画書＞

周波数有効利用のための IoT ワイヤレス 高効率広域ネットワークスキャン技術の研究開発

1. 目的

近年、IoT 機器の数は著しい増加傾向にあり、「平成 29 年版 情報通信白書」によると、2016 年に世界で流通している IoT 機器の数は約 173 億個に及び、2020 年までに 300 億個まで増加するとされている。一方、既に流通している IoT 機器の中には脆弱なものも多々あることから、IoT 機器を狙ったサイバー攻撃は急増している。例えば、平成 28 年 10 月に「Mirai」による大規模な DDoS 攻撃が発生しており、最大で 1.2Tbps の通信が発生したと言われている。したがって、サイバー攻撃の対象となりうる脆弱な IoT 機器に対する対策を早急に講ずることで、大量の不正通信の発生を防ぐことが可能となる。

IoT セキュリティは総合的に対策を講ずることが重要であり、IoT セキュアゲートウェイの開発等の様々な取組が進められているところ、マルウェアへの感染が懸念される既に流通している IoT 機器に対しては、同一構内又は同一建物内に閉じていないインターネット上で行われる広域ネットワークスキャンにより幅広く調査を行い、IoT 機器からの応答によって脆弱な IoT 機器を特定した上で対策を講ずることも有効である。これにより、OS のバージョンアップやバグフィックス等の対策を効率的に実施することが可能になり、制御トラヒックの発生を抑えることができる。

しかし、広域ネットワークスキャンは、IoT 機器が接続されたネットワークに対して網羅的に行うものであるため、IoT 機器が増加している中で既存の遠隔から行う広域ネットワークスキャン技術（以下「既存技術」という。）を用いて広域ネットワークスキャンを行うと、それに係る通信量も膨大になるおそれがある。Cisco 社によると、2020 年には、無線通信がインターネット通信の 8 割弱を占めると予想されており、既存技術を用いた広域ネットワークスキャンの実施は、大量の通信が発生することによる周波数の逼迫を惹起するおそれがある。

これらを踏まえ、広域ネットワークスキャンによる周波数の逼迫を回避するため、周波数の利用状況を自動推定し、周波数が逼迫していないタイミングでの広域ネットワークスキャン技術及び広域ネットワークスキャンに係る通信量を軽減する技術を開発し、効率的な広域ネットワークスキャンを実現し、周波数の有効利用を図る。

2. 政策的位置付け

・「未来投資戦略 2017」（平成 29 年 6 月 9 日閣議決定）

「第 2-II-B-6-(2)」において、「IoT システムの設計・開発・運用に係る概念について、国内において官民が連携してモノ・ネットワーク、システム等に関する

る各種基準等への組込を促進するとともに、(中略) また、IoT 機器のセキュリティ対策の強化に向けて、継続的かつ広範な実態の把握、利用者等への対策の実施・周知、同様の被害を防止する取組等を推進するための官民等の関係者による連携の枠組みを本年度中に構築し、必要な対策を推進する。」との記載あり。

・「サイバーセキュリティ戦略」(平成 27 年 9 月 4 日閣議決定)

「5.1.1(4)」において、「IoT システムを活用した新ビジネスの創出等を促進していくためには、(中略) 従来の情報通信機器とは異なる IoT システムの構成要素の特徴を踏まえ、セキュリティを担保するための技術開発等を進める必要がある。」、また、「IoT システムにおける対策検討等に必要な技術開発・実証事業を行う。」との記載あり。

3. 目標

IoT 機器は今後も急速に普及することが想定され、「平成 29 年版 情報通信白書」によると、本研究開発が終了する平成 32 年度には、現状の 2 倍近くになると見込まれている。本研究開発終了後も周波数の逼迫なく、IoT 機器に割り当てられた日本全国のグローバル IP アドレスに対して広域ネットワークスキャンを行うことが可能となるよう、既存技術と比較して広域ネットワークスキャンに係る通信量を 1/4 以下にすることを目標とする。

4. 研究開発内容

(1) 概要

インターネットに接続された IoT 機器が今後も増加していく中で、既存技術を用いた広域ネットワークスキャンを行う場合、正規通信と重なることによる再送の多発など、悪影響を与えるおそれがある。そのため、正規通信で周波数が比較的に利用されていないタイミングでの広域ネットワークスキャンを行うことや、セキュリティを確保しつつ、広域ネットワークスキャンの回数を最小限に抑えることが重要である。

また、IoT 機器の種類、接続されているネットワーク環境等によって、広域ネットワークスキャンが不要なポートがあることや、IoT 機器に対する IP アドレスの割り当て方が異なっていることから、効率的な広域ネットワークスキャンを行うためにはこれらの特性を把握することが重要である。広域ネットワークスキャンの応答結果に関する情報を蓄積し、それを活用して、IoT 機器毎に特性を推定し、適切な頻度で適切なポートに対してネットワークスキャンを行うことで、効率的な広域ネットワークスキャンを実現することが求められる。

以上を踏まえ、本研究開発では、セキュリティレベルを維持しつつ、通信トラヒックの日変化や時間変化の特性等を考慮し、周波数の利用状況の自動推定による広域ネットワークスキャン技術及び広域ネットワークスキャンの無線通信量軽減技術の開発を行う。

(2) 技術課題および到達目標

技術課題

ア 周波数の利用状況の自動推定による広域ネットワークスキャン技術の開発

既存技術では、広域ネットワークスキャンを行うタイミングが制御されていないため、正規通信に係る通信量が多いタイミングに広域ネットワークスキャンが実行されることにより、正規通信に対して悪影響を与えるおそれがある。例えば、200kbps のワイヤレス回線の下り通信速度が、毎秒 100 パケットでスキャンを行った場合には 4/5 まで、毎秒 700 パケットでスキャンを行った場合には 1/3 まで低下したとの調査結果もある。また、通信量が多い時間帯に広域ネットワークスキャンを行えば、通信の再送が発生し、広域ネットワークスキャンそのものの効率性も低下することとなる。そのため、周波数が比較的利用されていない時間帯に広域ネットワークスキャンを実行することが求められる。

さらに、広域ネットワークスキャンによる IoT 機器からの応答を基に得られる情報は、広域ネットワークスキャンの成否や遅延時間の情報のみであり、効率的に広域ネットワークスキャンを行うためには、その失敗原因や遅延の発生原因を特定することが必要である。

IoT 機器の急速な普及により、アクセスポイントや基地局の数は増加傾向にあり、これらの各ネットワークにおける電波環境の分析に係る計算量は膨大である。この計算量を軽減し、効率的に分析することが求められる。

本研究開発では、広域ネットワークスキャンの成否や遅延に関する原因を高精度に推定する技術（以下「広域ネットワークスキャン遅延原因等推定技術」という。）、同一の電波環境下にあると見なせる複数のアクセスポイントや基地局をクラスタリングすることで計算量を軽減する技術（以下「クラスタリングを用いた計算量軽減技術」という。）、周波数の利用状況を推定した結果等に基づいて、広域ネットワークスキャンの実行タイミングを適切に制御する技術（以下「広域ネットワークスキャン最適制御技術」という。）の開発を行う。

イ 広域ネットワークスキャンの無線通信量軽減技術の開発

既存技術では、広域ネットワークスキャンの対象となる IP アドレスに対して、少なくとも週に 1 回の頻度でネットワークスキャンが行われているため、IoT 機器の最新の状態を常に把握することは困難である。この問題を解消するためには、日々広域ネットワークスキャンを実施し、IoT 機器の最新の状態を観測する必要がある。

しかしながら、ネットワークの用途や接続されている IoT 機器によって、ネットワークスキャンに対する応答の傾向は大きく異なる。また、応答する IoT 機器が頻繁に変化する IP アドレスもあれば、ほとんど変化しない IP アドレス

もあることを踏まえると、ネットワークの用途や、過去に当該 IP アドレスで応答した IoT 機器の傾向に基づいて、適切な広域ネットワークスキャンの頻度や間隔を 1 日に 1 回、数日に 1 回等とネットワーク毎に設定することが可能である。この方法を用いると、ネットワークスキャン試行回数を、既存技術を用いて日々広域ネットワークスキャンを行う場合に比べ、約 1/2 に抑えられる可能性がある。

また、IoT 機器の種類に応じて、使用されるポートは異なることが想定されるが、既存技術では、IoT 機器の種類に応じて広域ネットワークスキャンの対象ポートを変えていないため、非効率である。広域ネットワークスキャンの対象となるポートには、様々な IoT 機器で利用されているものと、特定の IoT 機器のみで利用されているものがある。そのため、全てのポートに対してネットワークスキャンを行うことなく、IoT 機器の種類に応じて、ネットワークスキャンによる応答等を確認することで、当該 IoT 機器の特定につながる情報を得られる。その結果、広域ネットワークスキャンの対象となるポートの数よりも、少ない回数のネットワークスキャンで IoT 機器の種類を特定することが可能である。この方法を用いると、広域ネットワークスキャンを行う際のネットワークスキャン試行回数を、既存技術を用いて広域ネットワークスキャンを行う場合に比べ、約 1/2 に抑えられる可能性がある。

本研究開発では、ネットワークに接続される IoT 機器の種類や特性に関する情報を収集し解析する技術（以下「機器特性情報解析技術」という。）、広域ネットワークスキャンの頻度を最適化する技術（以下「広域ネットワークスキャン頻度最適化技術」という。）、広域ネットワークスキャンを実施するポートを選定する技術（以下「広域ネットワークスキャン対象ポート選定技術」という。）の開発を行う。

到達目標

ア 周波数の利用状況の自動推定による広域ネットワークスキャン技術の開発

広域ネットワークスキャン遅延原因等推定技術、クラスタリングを用いた計算量軽減技術、広域ネットワークスキャン最適制御技術により、周波数の利用状況の自動推定を行い、広域ネットワークスキャンのタイミングを適切に制御する機能を、広域ネットワークスキャンを行う機器に実装する。これにより、再送を含めた広域ネットワークスキャンに係る通信量を 1/2 に軽減し、効率的な広域ネットワークスキャンを実現する。

イ 広域ネットワークスキャンの無線通信量軽減技術の開発

機器特性情報解析技術の開発により得られた解析結果に基づき、広域ネットワークスキャン頻度最適化技術の開発を行い、ネットワーク環境推定方式を設計し、この方式を用いた広域ネットワークスキャンの実証を行う。その結果、この方式を確立し、広域ネットワークスキャンの効率性を既存技術と比較して

2倍にする。

また、機器特性情報解析技術の開発により得られた解析結果に基づき、広域ネットワークスキャン対象ポート選定技術の開発を行い、ポート選定方式を設計し、この方式を用いた実証を行う。その結果、この方式を確立し、広域ネットワークスキャンの効率性を既存技術と比較して2倍にする。

両技術を組み合わせ、IoT機器に応じた広域ネットワークスキャンの頻度を最適化する機能及びポートを選定する機能を、広域ネットワークスキャンを行う機器に実装する。これにより、広域ネットワークスキャンに係る通信量を既存技術と比較して1/4に軽減し、全グローバルIPアドレスのスキャンに45分を要する既存技術よりも効率的な広域ネットワークスキャンを実現する。

なお、上記の目標を達成するに当たっての年度毎の目標については、以下の例を想定している。

<平成30年度>

ア 周波数の利用状況の自動推定による広域ネットワークスキャン技術の開発

アー1 広域ネットワークスキャン遅延原因等推定技術

模擬環境における広域ネットワークスキャンの成否及び遅延特性の測定並びに分析・評価を行う。また、模擬データを用いて広域ネットワークスキャン未応答原因分析アルゴリズムと広域ネットワークスキャン応答遅延発生原因分析アルゴリズムの基本検討を行う。

アー2 クラスタリングを用いた計算量軽減技術

模擬データを用いたクラスタリングアルゴリズムの基本検討を行い、その結果に基づき、クラスタリングプログラムの一次試作を行う。

アー3 広域ネットワークスキャン最適制御技術

模擬データを用いた広域ネットワークスキャンタイミング制御アルゴリズムの基本検討を行い、その結果に基づき、広域ネットワークスキャンタイミング制御装置の一次試作を行う。

イ 広域ネットワークスキャンの無線通信量軽減技術の開発

イー1 機器特性情報解析技術

市場に流通するIoT機器のプロファイル情報の収集やネットワークスキャナを用いたIoT機器の特性情報の収集を行い、機器特性情報の解析結果を集約し、簡易データベースを構築する。

イー2 広域ネットワークスキャン頻度最適化技術

機器特性情報に関する解析結果を集約した簡易データベースに基づき、ネットワーク環境推定方式を検討・基本設計する。

イー3 広域ネットワークスキャン対象ポート選定技術

機器特性情報に関する解析結果を集約した簡易データベースに基づき、ポ

ー1選定方式を検討・基本設計する。

<平成 31 年度>

ア 周波数の利用状況の自動推定による広域ネットワークスキャン技術の開発

アー1 広域ネットワークスキャン遅延原因等推定技術

実環境におけるネットワークスキャンの成否及び遅延特性の測定並びに分析・評価を行う。また、実環境データを用いて広域ネットワークスキャン未応答原因分析アルゴリズムと広域ネットワークスキャン応答遅延発生原因分析アルゴリズムの詳細検討を行う。

アー2 クラスタリングを用いた計算量軽減技術

実環境データを用いたクラスタリングアルゴリズムの詳細検討を行い、その結果に基づき、クラスタリングプログラムの二次試作を行う。

アー3 広域ネットワークスキャン最適制御技術

実環境データを用いた広域ネットワークスキャンタイミング制御アルゴリズムの詳細検討を行い、その結果に基づき、広域ネットワークスキャンタイミング制御装置の二次試作を行う。

イ 広域ネットワークスキャンの無線通信量軽減技術の開発

イー1 機器特性情報解析技術

基本設計したネットワーク環境推定方式及びポート選定方式を適用した広域ネットワークスキャンの実証により収集した機器特性情報を解析し、解析結果を集約した基本データベースを構築する。

イー2 広域ネットワークスキャン頻度最適化技術

基本設計したネットワーク環境推定方式を適用した広域ネットワークスキャンの実証を行い、機器特性情報に関する解析結果を集約した基本データベースに基づき、ネットワーク環境推定方式の改良設計を行う。

イー3 広域ネットワークスキャン対象ポート選定技術

基本設計したポート選定方式を適用した広域ネットワークスキャンの実証を行い、機器特性情報に関する解析結果を集約した基本データベースに基づき、ポート選定方式の改良設計を行う。

<平成 32 年度>

ア 周波数の利用状況の自動推定による広域ネットワークスキャン技術の開発

アー1 広域ネットワークスキャン遅延原因等推定技術

実環境データを用いて広域ネットワークスキャン未応答原因分析アルゴリズムと広域ネットワークスキャン応答遅延発生原因分析アルゴリズムの改良検討を行う。

アー2 クラスタリングを用いた計算量軽減技術

実環境データを用いたクラスタリングアルゴリズムの改良検討を行い、そ

の結果に基づき、クラスタリングプログラムの最終試作を行う。

アー3 広域ネットワークスキャン最適制御技術

実環境データを用いた広域ネットワークスキャンタイミング制御アルゴリズムの改良検討を行い、その結果に基づき、広域ネットワークスキャンタイミング制御装置の最終試作を行う。

イ 広域ネットワークスキャンの無線通信量軽減技術の開発

イー1 機器特性情報解析技術

改良設計したネットワーク環境推定方式及びポート選定方式を適用した広域ネットワークスキャンの実証により収集した機器特性情報を解析し、解析結果を集約した実用データベースを構築する。

イー2 広域ネットワークスキャン頻度最適化技術

改良設計したネットワーク環境推定方式を適用した広域ネットワークスキャンの実証を行い、ネットワーク環境推定方式を確立する。

イー3 広域ネットワークスキャン対象ポート選定技術

改良設計したポート選定方式を適用した広域ネットワークスキャンの実証を行い、ポート選定方式を確立する。

ウ システム統合・総合評価

アー1、アー2及びアー3並びにイー1、イー2及びイー3の技術のシステム統合・総合評価を行う。

5. 実施期間

平成30年度から32年度までの3年間

6. その他

(1) 成果の普及展開に向けた取組等

①国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準規格・機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準規格・機関・団体及び具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

②実用化への取組

研究開発期間終了後も引き続き取り組む予定の「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び平成37年度までの実用化・製品展開等を実現するために必要な取組を図ることとし、その活動計画・実施方策については、提案書に必ず具体的に記載すること。

(2) 提案および研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めること。また、従来の技術との差異を明確にした上で、技術課題及び目標達成に向けた研究方法、実施計画及び年度目標について具体的かつ実効性のある提案を行うこと。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。

なお、本研究開発において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。