

＜基本計画書＞

ミリ波帯チャネル高度有効利用適応技術に関する研究開発

1. 目的

スマートフォン、タブレット型 PC に代表されるモバイル端末の高機能化とともに、映像コンテンツを含めた大容量情報を短時間で配信・転送するサービスが期待されている。また、M2M、IoT の環境整備に伴いクラウドサービスやビッグデータを活用したコンテンツサービスなど、ギガバイトを超えるデータ交換がモバイル機器間のみならずモバイル機器とクラウド端末との間で頻繁にやり取りされるようになるため、知識情報社会を支えるインフラ整備において、膨大な無線トラフィックを収容可能な無線システムが期待されている。

このような中、ギガバイトを超えるデータ交換用近距離通信での用途に対して、国際的には 60GHz 帯(57GHz～66GHz 4 チャンネル)が割り当てられている。平成 26 年頃には WiGig/IEEE802.11ad 規格に対応した 60GHz 帯近距離無線システム(以下「近距離システム」)の実用化が予定されており、最大 3Gbps 級の 1 対 1(P-P)通信がモバイル機器においても可能となる見込みである。また、非接触型 IC カードのように数 cm 程度の近接距離でデータの瞬間転送を行う近接ミリ波無線システム(以下「近接システム」)の技術開発も進められている。今後、これらの技術により、情報家電機器を中心として高速、大容量の無線通信システムが普及していくとみられている。

しかしながら、近距離システムは、単一チャネルを使用した P-P 接続には適するものの、チャネル間の干渉により隣り合うチャネルの同時使用が制限されるため、店舗、駅などの公共エリア(屋外)で必要とされる大容量の 1 対多(P-MP)通信への対応が困難である。さらに、近距離システムと近接システムが同一のエリアに存在する場合における干渉回避のための技術についても未着手の状況にある。

我が国において 60GHz 帯は高出力化について検討の段階に入っており、今後、急速に普及が加速するものと予測され、同一システムのチャネル間および異システム間の干渉問題が一層顕在化してくるものと予想される。

本研究開発では、これらの状況を踏まえ、大容量(6Gbps 超)と小容量(数百 Mbps)のデータ通信に対応できるフレキシブルなチャネル配置を可能としつつ、異なる伝送容量の異種システムとの共存を実現するミリ波チャネル高度有効利用適応技術を確立し、60GHz 帯周波数の効率的利用によりミリ波帯の利用を促進して 2.4GHz/5GHz 帯周波数のひっ迫緩和を実現するとともに、国際競争力の強化を図ることを目的とする。

2. 政策的位置付け

- ・ 日本経済再生に向けた緊急経済対策(平成 25 年 1 月 11 日 閣議決定)

「Ⅱ. 1. (2) 研究開発、イノベーション推進」において、「イノベーション創出による需要喚起と成長への投資促進を図るため、(中略)先端的な情報通信技術の確立など、研究開発プロジェクト等を推進する」旨、及び下記項目が記載

されている。

①研究開発プロジェクトの推進

・イノベーションを創出する情報通信技術の利活用推進・強固な基盤整備（総務省）

- ・知識情報社会の実現に向けた情報通信政策の在り方（平成 23 年情報通信審議会諮問第 17 号 平成 24 年 7 月 25 日答申）

Active Japan ICT 戦略～新たな ICT 総合戦略の方向性について～において「社会実装と連動した新たな ICT プロジェクト」として「社会実装を加速するための研究開発」及び「アクティブデータ戦略」として「電波の有効利用を実現する新たなワイヤレスシステムの研究開発」を行う旨が記載されている。

3. 目標

本研究開発により、デバイス間の離隔距離 1m 以下での 4 チャンネルの同時使用、3m 以内の同一エリアにおける近接システムと近距離システムとの共存、同一周波数帯において最大 4 ユーザの多重化、大容量コンテンツ対応時として P-P 通信において 6Gbps を超える通信を実現することにより、今後ますます利用用途が拡大される 60GHz 帯無線システムを効率よく運用するための共用技術確立するとともに、Wireless Gigabit Alliance や IEEE に対する国際標準規格への拡張提案や知財化を行うことを目標とする。

4. 研究開発内容

(1)概要

本研究開発では、多種多様な用途に対応しうるミリ波システム基盤技術確立するため、①チャンネル/システム間干渉回避技術、②適応無線チャンネル多重化技術、③干渉抑圧信号処理技術について研究開発を行う。

研究開発の最終段階では、シミュレーションによるチャンネル間干渉適応制御、システム間干渉回避、寄生アンテナ制御、多重化信号処理の検証を行うとともに、チャンネル間干渉評価系、システム間干渉評価系、多重化環境評価系、マルチストリーム用 60GHz 帯フロントエンド、超広帯域歪補償要素回路等の試作を行い基礎データを取得する。

(2)技術課題および到達目標

技術課題

ア. チャンネル/システム間干渉回避技術の開発

60GHz 帯を用いる近距離システムでは、安価な CMOS プロセス等での実現性を考慮して、送信スペクトルマスクがマイクロ波帯を用いる従来の無線 LAN と比較して緩和されている。そのため、送信信号の隣接チャンネルへの漏洩が大きくなり、チャンネル間干渉により隣接チャンネルの同時使用が困難な状況が発生する。60GHz 帯の普及促進を考えた場合、複数チャンネルの同時使用が制限されることはネットワーク構

成上の大きな課題となっている。

これに対して、通信距離を延ばし、また見通し外通信にも対応するための手段として、アンテナ指向性制御の研究開発が進められてきたが、限られた空間に多数の端末が存在する密環境下では、ユーザ間の干渉を十分考慮できないために使用チャネル数が限定されるとともに、デバイス間離隔距離を 1m 以下に近接すると隣接チャネルからの干渉により安定した通信品質を確保できない状況が発生する。

また、NFC(Near Field Communication)のような近接システムが同一エリアで利用される場合において、近距離システムが近接システムの存在を検出できないために、システム同士の共存が困難となっている。

これらの課題を解決するため、チャネル間の干渉を推定して、最適なアンテナ指向性選択とチャネル配置、及び変調方式を適応的に制御することで 4 チャネルを有効的に活用するチャネル間干渉適応制御技術の開発及び近接システムと近距離システムの共存を可能とする無線プロトコル、帯域シェア制御技術の開発を行う。

イ. 適応無線チャネル多重化技術の開発

近接・近距離システムでは、利用可能なチャネル数が 4 チャネルと限られている。多数ユーザの存在する店舗やオフィスなど密環境下においてミリ波通信を行う場合には、限られたチャネルを時分割共有するためにスループットが低下するため、利用用途が制限されるという課題がある。

この課題解決のため、同一チャネルにおいて 4 多重化(4 チャネル使用時に 16 ユーザ以上収容)を実現するための技術開発を行う。従来、小型、低消費電力化が困難であったアンテナ指向性制御を、小型端末でも搭載可能とするため、互いに近接した結合アンテナを利用した寄生アンテナ制御技術の開発を行う。また、アクセスポイント側で得られる高いアンテナ指向性を組み合わせて、チャネル推定精度を緩和することなどにより、低消費電力で多重化信号の分離を可能とする適応多重化信号処理技術、及びベースバンドとアンテナ RF 系を連携させて指向性制御と干渉抑圧を行う RF、ベースバンド統合設計技術の開発を行う。

ウ. 干渉抑圧信号処理技術の開発

60GHz 帯システムでは、隣接チャネル間の干渉が使用チャネル数を制限させる要因となっている。また、半導体プロセス上に無線回路を集積化する際に、受動素子の性能(Q 値)が低いため発振器の位相雑音を低減することが難しく、64QAM などの多値変調による高速通信を実用化する際の障害となっている。さらに、広帯域の変調信号を取り扱うため、受信系の ADC のオーバーサンプリングレートが 2 倍以下と低くなり、隣接チャネルからの干渉に加えて、サンプリング時の隣接チャネル成分の折り返しによる干渉が発生し、S/N を劣化させる。また、送信系においても、DAC のオーバーサンプリングレートが低いために、歪み補償信号の再現精度が悪く、マイクロ波帯で実用化されているプリディストーション等の送信歪み補償が適用できない。

これらの課題を解決するため、受信系においては、位相雑音や干渉信号成分をベースバンド信号処理で抑圧する干渉/ノイズキャンセル技術の開発、送信系においては、低オーバーサンプリングレートにおいても効果的に歪みを抑圧する超広帯域歪み補償技術の開発を行う。

到達目標

ア. チャネル/システム間干渉回避技術の開発

多数のユーザが存在する密環境下において、デバイス間の離隔距離 1m 以下で 4 チャネル同時通信を実現し、さらに、近距離システムと近接システムを 3m 以内の同一エリアで共存可能とするための基礎技術を確立することを目標とする。そのために、以下の個別目標を実現する。

(a) チャネル間干渉回避技術の開発

複数の端末が近接して存在する密環境下において、チャネル間の干渉量を測定して、干渉を回避する条件を明確化するためのチャネル間干渉評価系を構築し、基礎データを取得する。また、チャネル間の干渉量を推定して、アンテナ指向性、チャネル配置、送信電力、変調方式等を適応的に制御するためのチャネル間干渉適応制御アルゴリズムの基本設計を実施し、シミュレーションによる検証を行う。

(b) システム間干渉回避プロトコル、帯域シェア技術の開発

近距離システムと近接システムの共存時に、実環境で相互に与える干渉量やスループット低下量等を測定して、近接システムが近距離システムに対し著しいスループット低下を与えない条件を明確化するためのシステム間干渉評価系を構築し、基礎データを取得する。また、近距離システム通信エリア内で近接システムが近距離システムへ干渉を与えない条件ではオーバーレイ同時通信を行い、干渉を与える条件では、同一チャネルを双方システムで帯域シェア又はチャネル変更による干渉回避を実現するシステム共存化の基礎技術を確立する。

イ. 適応無線チャネル多重化技術の開発

同一周波数において最大 4 ユーザの多重化を実現し、周波数利用効率を 4 倍に高めるための基礎技術を確立することを目標とする。そのために、以下の個別目標を実現する。

(a) 寄生アンテナ制御技術の開発

互いに近接した結合アンテナの負荷を制御することで、信号対雑音比、信号対干渉比を最大化するための結合アンテナ理論を構築し、シミュレーションによる検証を行う。

(b)適応多重化信号処理技術、RF、ベースバンド統合設計技術の開発

ミリ波帯特有の高いアンテナ指向性を活かし、チャンネル推定のための条件を緩和することなどによりモバイル機器にも搭載可能とする、多重化信号処理アルゴリズムの基本設計を実施する。また、同一周波数帯を複数のユーザが使用した場合の干渉量を明確化するため、多重化環境評価系を構築し、基礎データを取得する。

ウ. 干渉抑圧信号処理技術の開発

隣接チャンネル同時使用時に6Gbpsを超える伝送速度で3m以上の通信距離を実現するための基礎技術を確立することを目指す。そのために、以下の個別目標を実現する。

(a)干渉/ノイズキャンセル技術の開発

複数のアンテナで受信した信号を用いて、ベースバンド信号処理を行うことにより干渉信号成分をキャンセルすることで、隣接チャンネルからの干渉の抑圧を図る干渉キャンセル技術を実現するための基本アルゴリズム設計を実施し、シミュレーションによる検証を行う。また、実環境での基本動作を検証するための、60GHz帯フロントエンドの設計、試作を行う。

多値変調による高速通信を実用化する際に障害となる位相雑音を低減するため、受信シンボルを利用したベースバンドでの演算処理で抑圧するノイズキャンセル技術の基本アルゴリズム設計を実施し、シミュレーションによる検証を行う。

(b)超広帯域歪み補償技術の開発

ミリ波帯特有の2倍以下の低オーバーサンプリングレートでも効果的に歪みを補償し得る広帯域歪補償の基本アーキテクチャ設計を実施する。また、要素回路の設計、試作を行い、基礎データを取得する。

5. 実施期間

平成24年度

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次年度以降の研究開発に結び付けるとともに当該課題の研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準化規格・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。

計画の策定にあたっては、Wireless Gigabit Alliance、Wi-Fi Alliance 及び IEEE に

対する国際標準規格への拡張提案のためのデータの取得や知財化を通じて、国際協調の維持継続と国際競争力の強化を図る内容が含まれていること。

②実用化への取組

研究開発期間終了後も「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び平成 31 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。