

(提案件名) サイバー空間アバターによる自律協調型ドローン管制

提案者名

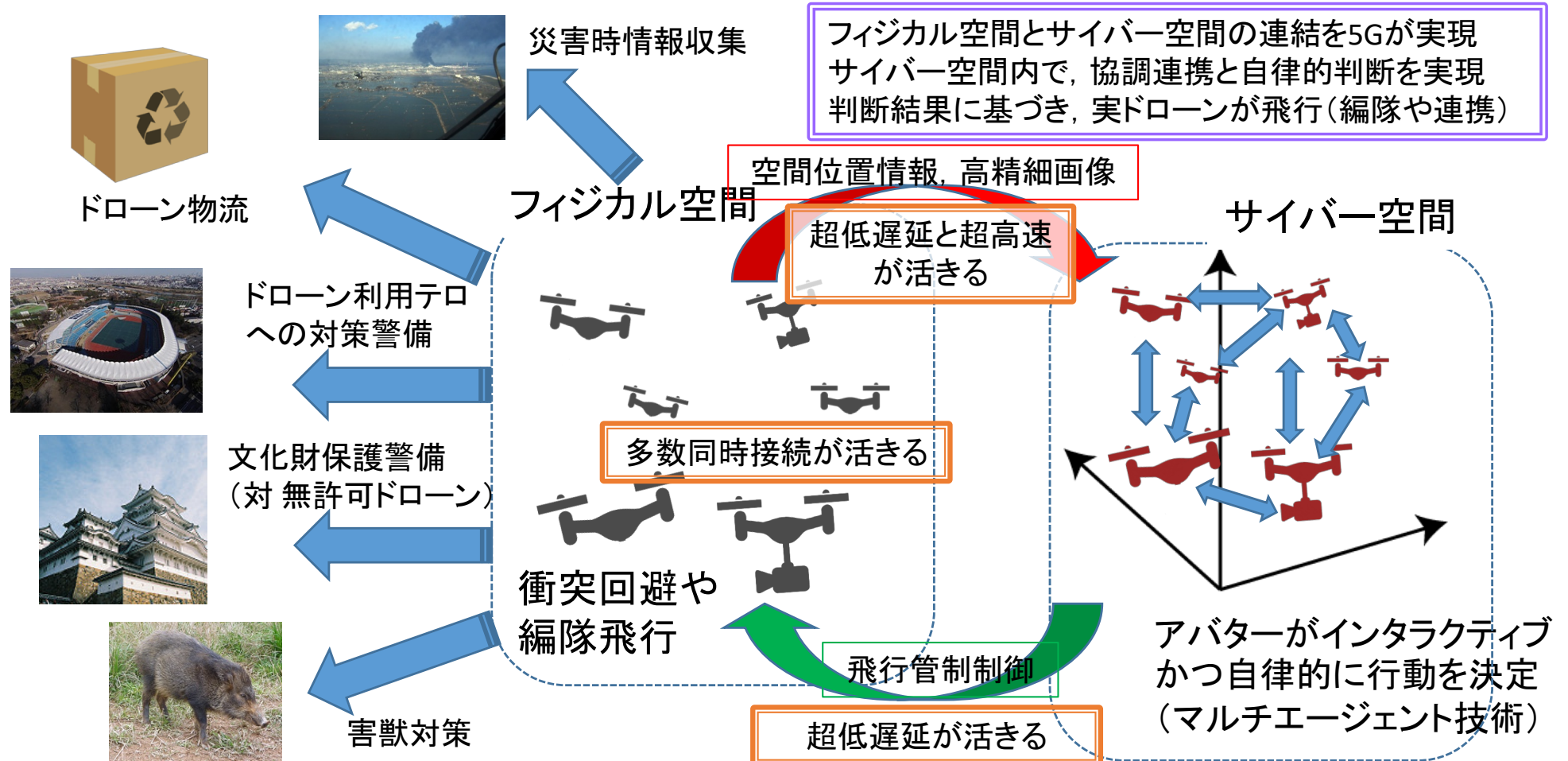
愛媛大学大学院理工学研究科分散処理システム研究室

連絡先

kob@ehime-u.ac.jp (小林)

サイバー空間のドローンアバターの自律協調処理で、実空間のドローンの航空管制を実現し、衝突回避や編隊飛行を実現

実空間のドローンが近隣のドローンを検出し、インタラクションをとりながら自律的行動をする事は難しい。そこで、実ドローンとサイバー空間のドローン・アバターが一対一に対応させる。実空間を飛行するドローンの位置情報やドローンが撮影する映像情報を、5Gでリアルタイムに収集。知的なサイバー空間が、ドローン・アバターによる近隣アバター検出と、アバター間通信を提供する。さらに、3D物体マップと映像情報を元に、サイバー空間内の各ドローン・アバターは、他のアバターとのインタラクションをとりながら、衝突の回避、集団飛行などの行動を自律的に決定する。決定されたフライトプランは、5Gにより、対応する実空間のドローンに伝えられて、実行動に反映される。



- サイバー空間の役割は？ 「フィジカル空間とサイバー空間の融合」
 - 地形や障害物の情報を含む空間マップ情報をドローンアバターに提供 → 衝突回避などアバターの自律飛行を実現
 - ドローンアバター間の距離を検出し、各アバターに近隣のアバターの情報を提供できる
→ アバターが協調すべき相手を、容易に認識できる。
 - ドローンアバターのサイバー空間内分散処理環境を提供 → アバター間通信や共有情報管理が実現できる
 - サイバー空間では、高性能な計算リソース(情報処理能力)を利用出来る。
- 実空間でドローン相互間の通信による管制はできないのか？
 - センサーの搭載は、重量や電力面で不利条件となる。従って、実空間での周辺ドローンのセンサーによる検出は実質的に困難である。そのため、通信相手を見つけることができず、インタラクションをとることができない。不審ドローンや鳥獣の検出や障害物の存在など、共有情報の管理が行えない
- 5Gがもたらす効果は？
 - 超低遅延
航空管制に必要となる、実ドローンの空間位置のサイバー空間への高速マッピングの実現、ドローンアバター間のインタラクションと自律的判断に基づく実ドローンのフライト制御を実現
 - 超高速・大容量
空間物体マップ作成や、監視対象外飛行物体(不審ドローンや鳥など)検出を担う高精細カメラ搭載ドローンからのリアルタイム画像送信を実現
 - 多数同時接続
多くドローンが飛行するドローン・コモディティ・スペースにおける多元通信要求を充足
- もたらされる未来(ターゲットとなるユーザ、実装する空間やエリア、ユースケースなど)
 - ドローン物流
個々のドローンを人が操縦することなく、**数多くのドローンが安全に飛行**
 - 鳥獣対策
果実等の農作物に被害をもたらす、鳥や動物を、管制支援ドローンのカメラで認識し、**複数のドローンが部隊行動をとり、撃退**
 - ドローンテロ・犯罪対策
イベント会場を狙ったドローン利用テロなどに対して、複数ドローンによる**協調的な部隊行動による警戒警備**、侵入ドローンに対する**連携型迎撃的防衛行動**を実現
 - 災害時情報収集
情報収集フライトをするドローンの**エリア割り当てや役割分担の自律連携による最適化**
 - 文化財等の保護
文化財や祭り等の行事に接近する**不法飛行ドローンに対する連携型警戒監視や防衛行動**を実現

具体的なアイデアの内容

5G 回線を通して、実空間を飛行するドローンとサイバー空間のドローン・アバターが対一に対応させます。実空間を飛行するドローンの位置情報やドローンが撮影する映像情報を、低遅延、高速通信、多元接続の特性を活かし、リアルタイムに収集することで、実空間でのフライト制御が可能な情報をサイバー空間内に反映することが可能となります。サイバー空間は、ドローン・アバターによる近隣アバター検出と、アバター間通信を提供する環境として機能し、サイバー空間で提供される 3D 物体マップと映像情報を元に、ドローン・アバターは、衝突の回避、集団飛行などの行動を決定することができます。ドローン・アバターの自律的行動決定については、分散処理におけるマルチエージェント研究の成果を活用します。そして、各アバターによって決定されたフライトプランは、5G により、実空間のドローンの実行動に反映します。

実空間のドローンが完全な自律により、他のドローンとの衝突や、障害物を避け、また、他のドローンとの協調的な行動を取るためには、周辺ドローンの探索検知、障害物の認識、他のドローンとのアドホック通信確立、協調行動のための情報処理を行う必要がある。これらを実現する為には、レーダ型センサーやカメラ、高性能な CPU の搭載が必要となる。このことは、重量の増加と消費電力の増加を意味する。一方、本アイデアは、ドローンに搭載するのは、原則的には、GNSS レシーバーと 5G 通信機器のみであり、テロ対策や 3D マップ作成などの特定の目的の場合のみ、カメラ等のセンサーを搭載する。そのため、消費電力が少なく、バッテリーの小型化と相まって、軽量化が可能となる。

また、サイバー空間では、高度な情報処理に必要な計算リソースも容易に利用でき、また個々のドローンの位置情報もサイバー空間内で管理されているため、近隣ドローンの検出も容易となる。

課題解決の貢献

ドローンが空間内を高密度で飛行する環境での安全なフライトや、複数ドローンが協調的に連携行動をとる連携飛行が必要となる、以下の様なアプリケーションの実現が可能となる。

- ドローン物流

個々のドローンを人が操縦することなく、数多くのドローンが、ドローン同士の衝突や、障害物への激突を回避して安全に飛行が可能となる。

- 鳥獣対策

果実等の農作物に被害をもたらす、カラスなどの鳥やイノシシや猿などの動物を、管制支援ドローンのカメラで認識し、複数のドローンが部隊行動をとり、威嚇、撃退することが可能となる。

- ドローンテロ・犯罪対策

イベント会場を狙ったドローン利用テロなどに対して、複数ドローンによる協調的な部隊行動による警戒警備、侵入ドローンに対する連携型迎撃的防衛行動を実現する。

- 災害時情報収集

情報収集フライトをするドローンが、それぞれのカバーエリアの情報を相互に交換することで、エリア割り当てや役割分担を、人間の介在なしに最適化を実現する自律連携が可能となる。

- 文化財等の保護

文化財や祭り等の行事に接近する不法飛行ドローンに対する連携型警戒監視や防衛行動を実現する。

5Gの特徴が活かされる点

本提案の実現には、5Gの特性が以下の様に活かされる。

- 超低遅延

航空管制に必要となる、実ドローンの空間位置のサイバー空間への高速マッピング、ドローンアバタ行った判断に基づく実ドローンのフライト制御を実現

- 超高速・大容量

空間物体マップ作成や、監視対象外飛行物体（不審ドローンや鳥など）検出を担う高精細カメラ搭載ドローンからのリアルタイム画像送信を実現

- 多数同時接続

多くドローンが飛行するドローン・コモディティ・スペースにおける多元通信要求への対応

その他

実空間のドローンが完全な自律により、他のドローンとの衝突や、障害物を避け、また、他のドローンとの協調的な行動を取るためには、周辺のドローンの探索検知、障害物の認識、他のドローンとのアドホック通信確立、協調行動のための情報処理を行う必要がある。これらを実現する為には、レーダ型センサーやカメラ、高性能な CPU の搭載が必要となる。このことは、重量の増加と消費電力の増加を意味する。一方、本アイデアは、ドローンに搭載するのは、原則的には、GNSS レシーバーと 5G 通信機器のみであり、テロ対策や 3D マップ作成などの特定の目的の場合のみ、カメラ等のセンサーを搭載する。そのため、消費電力が少なく、バッテリーの小型化と相まって、軽量化が可能となる。

また、サイバー空間では、高度な情報処理に必要となる計算リソースも容易に利用でき、また個々のドローンの位置情報もサイバー空間内で管理されているため、近隣ドローンの検出も容易となる。