

室内における多数の小型ドローンの 位置測位手法に関する研究

福島健[†] 村上遼^{††} 猿渡俊介^{††} 渡辺尚^{††}

[†] 大阪大学 工学部

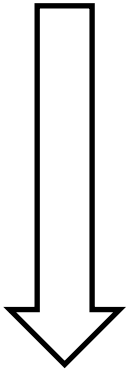
^{††} 大阪大学大学院 情報科学研究科

平成30年3月20日

研究背景

- 室内におけるエンターテイメント, 生活のサポートに小型ドローンを活用
新しいライフスタイルの実現

- ・ LED等をライトショー,
ライブ等の演出に利用 [1]
- ・ カメラをセキュリティに活用 [2]



- **ドローンに対する必要要件**

- ・ 電力の供給
- ・ 通信手段の提供
- ・ **位置情報の取得**
 - GPSは使用できない
 - 研究が盛ん

- 室内において多数の小型ドローンを同時に
制御することができる技術が求められている

- ・ 安定性, 敏捷性に優れる
- ・ 比較的安価なものが多い



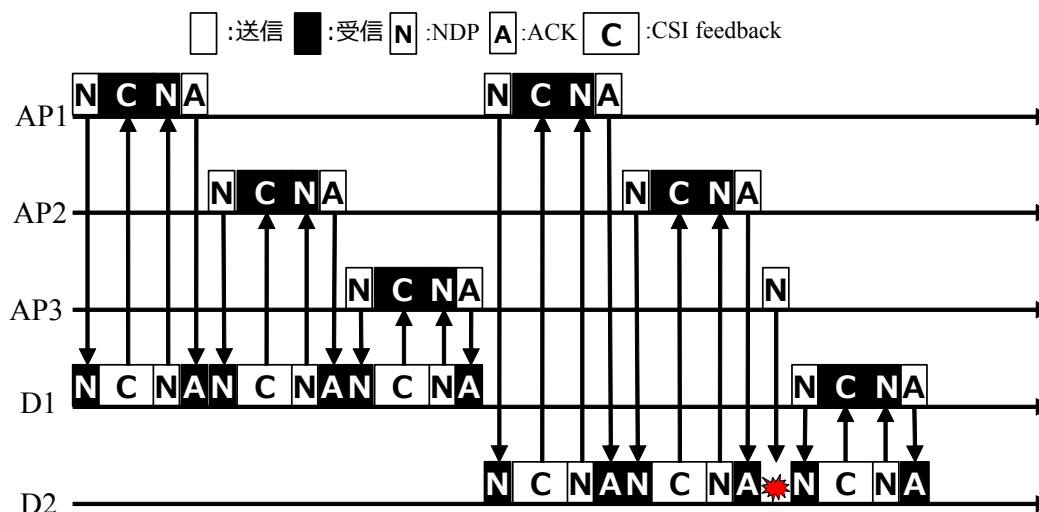
[1],[2]:ドローンを利用したサービスの例

[1]:<https://venturebeat.com/2018/01/08/intel-flies-100-shooting-star-mini-drones-for-light-show/>

[2]:https://www.ntt-east.co.jp/chiba/news/detail/__icsFiles/afieldfile/2017/12/07/20171207.pdf

関連研究

- 既存の様々な室内における位置測位手法にはそれぞれ大きな欠点が存在する
 - ・ 精度が2~10mである,導入に大きなコストがかかる等
 - CSI (Channel State Information) Tool [3]を用いた手法 [4]が室内においても安価で高い位置測位精度を発揮
 - ・ 特殊なデバイスを必要とせず, 無線 LAN のみを使用
 - ・ 数十センチの誤差で位置測位が可能
- 欠点:1回の距離測定に多くのパケットを使用する**
- ・ WiFiの2.4 GHz帯と5 GHz帯の多くののチャンネルを利用する
 - ・ 多数のドローンを利用した際にリアルタイム性が大きく下がること考えられる



※実際はこのシーケンス図のパケットの流れを複数回実行する。オーバーヘッドも考慮しなければならない

[3]: <https://dhalperi.github.io/linux-80211n-csitool/>

[4]:V.Deepak, et al. "Decimeter-Level Localization with a Single WiFi Access Point.", NSDI 2016

研究目的

多数のドローンに対してCSI Toolを用いた際の位置測位に
使用するパケット量の削減



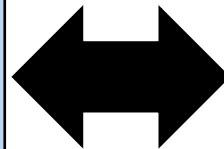
リアルタイム性の向上

□ 距離測定回数を削減できる位置測位プロトコルの提案

- ・ APと通信できないドローンも存在
- ・ 位置測位の精度とパケット量削減はトレードオフ
- ・ 比較的少ない距離測定回数における位置測位の精度を評価

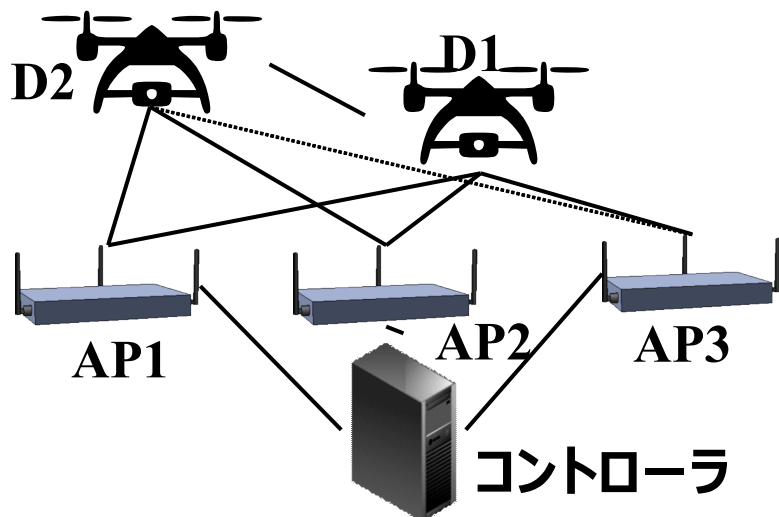
※既存の室内における位置測位はリアルタイム性を重視していない

高い位置測位の精度を
保障するには多くの
距離測定を行いたい



パケット量を削減する
ために距離測定を行う
回数を削減したい

想定環境



□ AP(Access Point)が数台存在

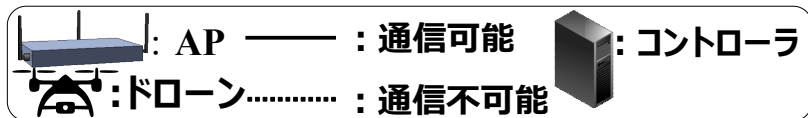
- ・ 位置は固定, 通信距離に限界あり
- ・ 実環境ではAPは少数台しか持たない場合が多い

□ ドローンが数十～数百台存在

- ・ 位置測位のためドローン間でも通信を行う
- ・ 通信距離に限界あり

□ 各ドローンとAPはコントローラによって集中制御

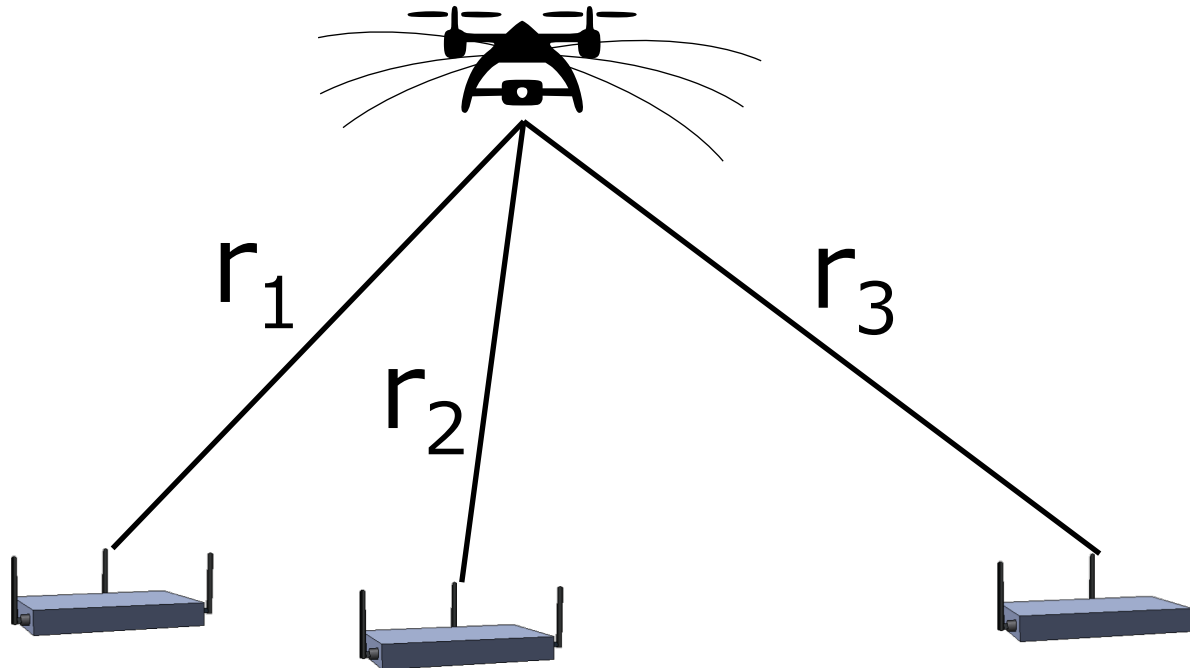
- ・ 距離測定を行う順番のスケジューリングは可能とする



位置測位の方法

- GPSで使用されているものを利用

- 基準点の位置は既知
- 基準点を中心とし, 距離測定値を半径とした球を構成, ドローンの座標は3つの球の交点を算出することにより求められる



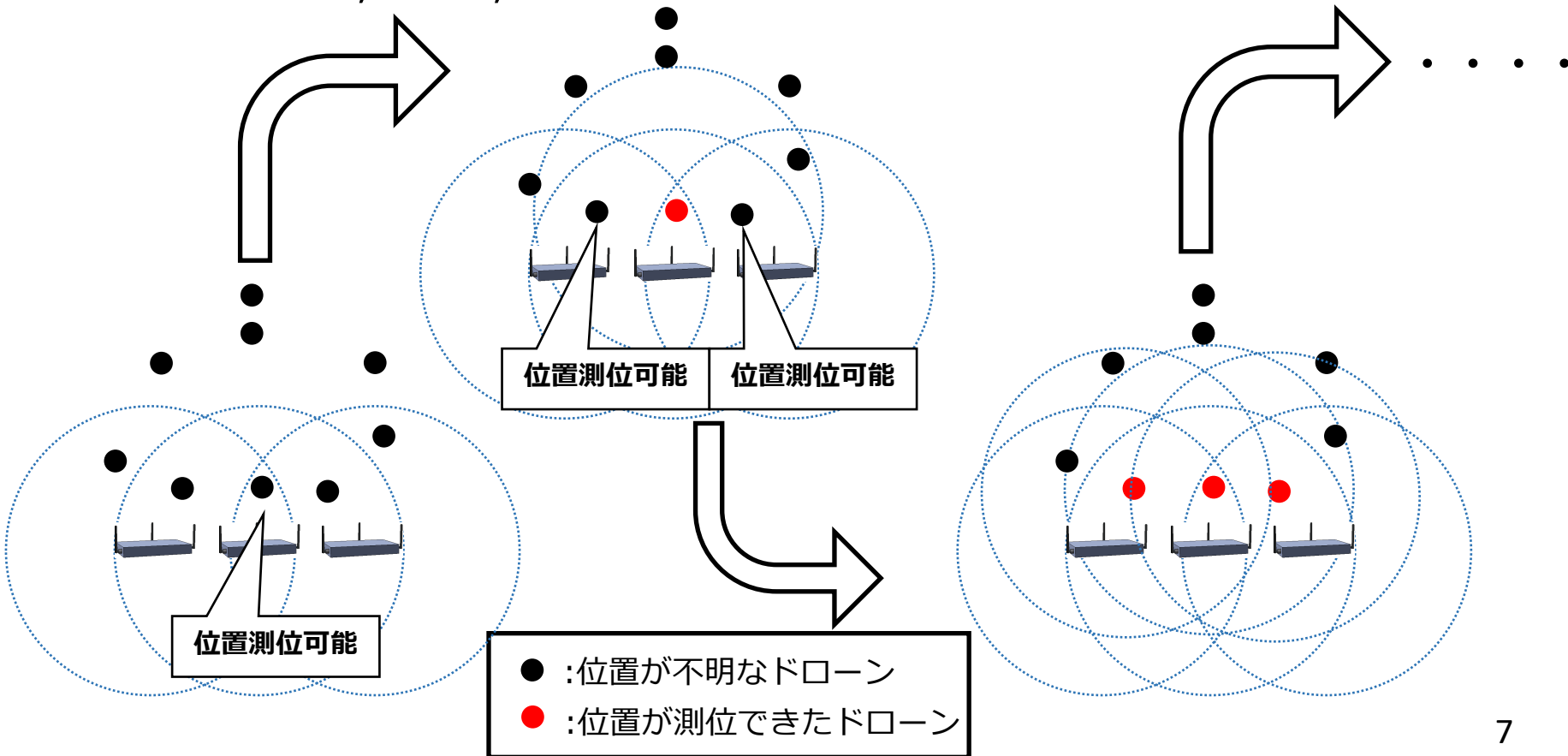
提案手法の概要

順番1:3台の基準点と通信できたドローンはその位置を測位する

順番2:位置測位ができたドローンの中で、各APと**最も離れて**
いるドローンを基準点とし、距離測定を実行。

順番3:複数の基準点の内、3つの基準点と距離測定ができた
ドローンの位置測位を実行

順番4:順番1,順番2,順番3を全てのドローンの位置がわかるまで繰り返す



評価環境

条件

- ・ 50m×50m×50mの範囲に30～200台のドローンをランダムに配置
- ・ APを4台配置(位置は固定)
- ・ 通信限界距離:40m
- ・ 伝送レート:13Mbps
- ・ 試行回数:1000回
- ・ 全てのドローンの位置がわかるまで行う

評価指標

- ・ トポロジ全体で距離測定に使用したパケット量
- ・ ドローン1台の位置測位にかかる時間の平均

比較手法

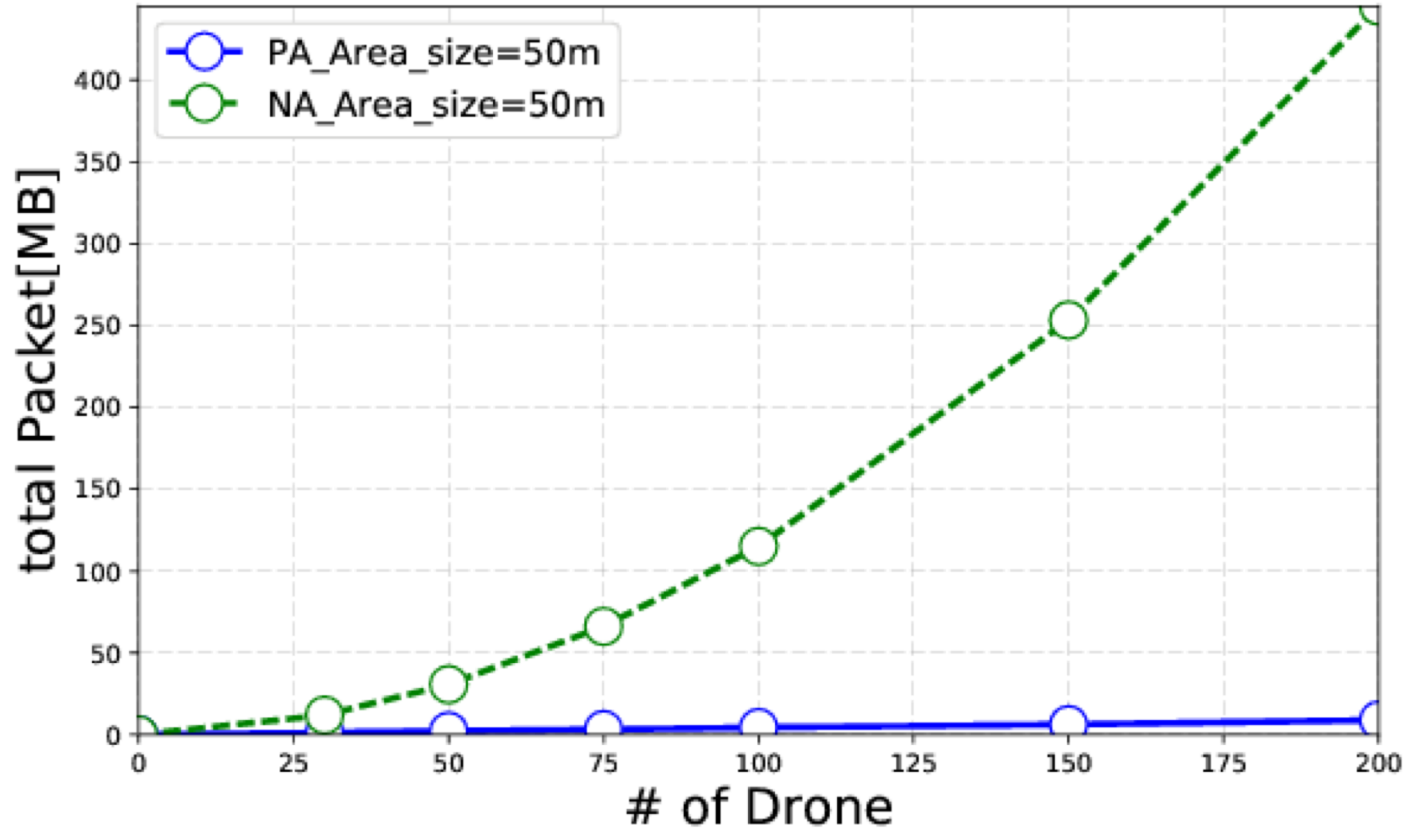
- ・ 提案手法
- ・ 全ての距離測定を行った場合

表1:フレームサイズ[5]

パケットの名称	パケットサイズ [4]
ACK	14 [Byte]
NDP	23 [Byte]
CSI	554.25 [Byte]
DIFS	34 [μ s]
SIFS	16 [μ s]

[5]:IEEE. "IEEE Standard for Information technology--Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks--Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications", 2016

評価結果:トポロジ全体で距離測定に使用した パケット量



- ・ 提案手法では，比較手法と比べて約90%のパケットを削減することに成功した

評価結果:ドローン1台の位置測位にかかる時間の平均

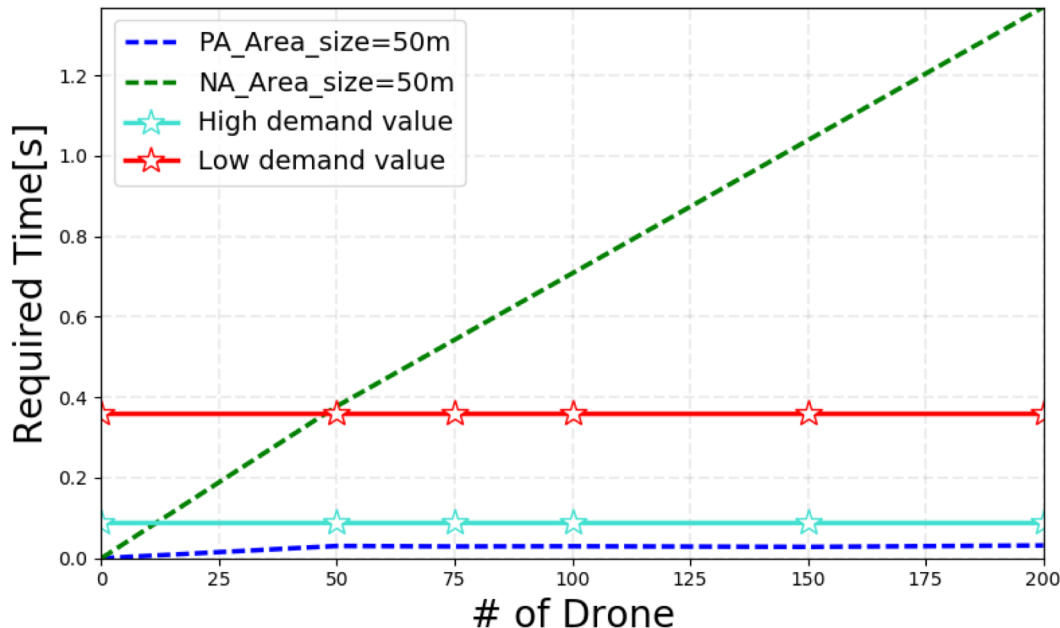


表3: リアルタイム性の要求値

要求値の名称	要求値の値
High demand value	0.09[s]
Low demand value	0.36[s]

リアルタイム性の要求値の基準として
High demand value,
Low demand valueを用意

- 提案手法では, ドローンの台数に関わらずHigh demand valueを下回る値に収めることができた
- 比較手法と比べて位置測位にかかる時間を約90%削減することができた
- ドローン1台の位置測位に最も時間がかかったのは200台の時で,約0.032sかった

位置測位の誤差

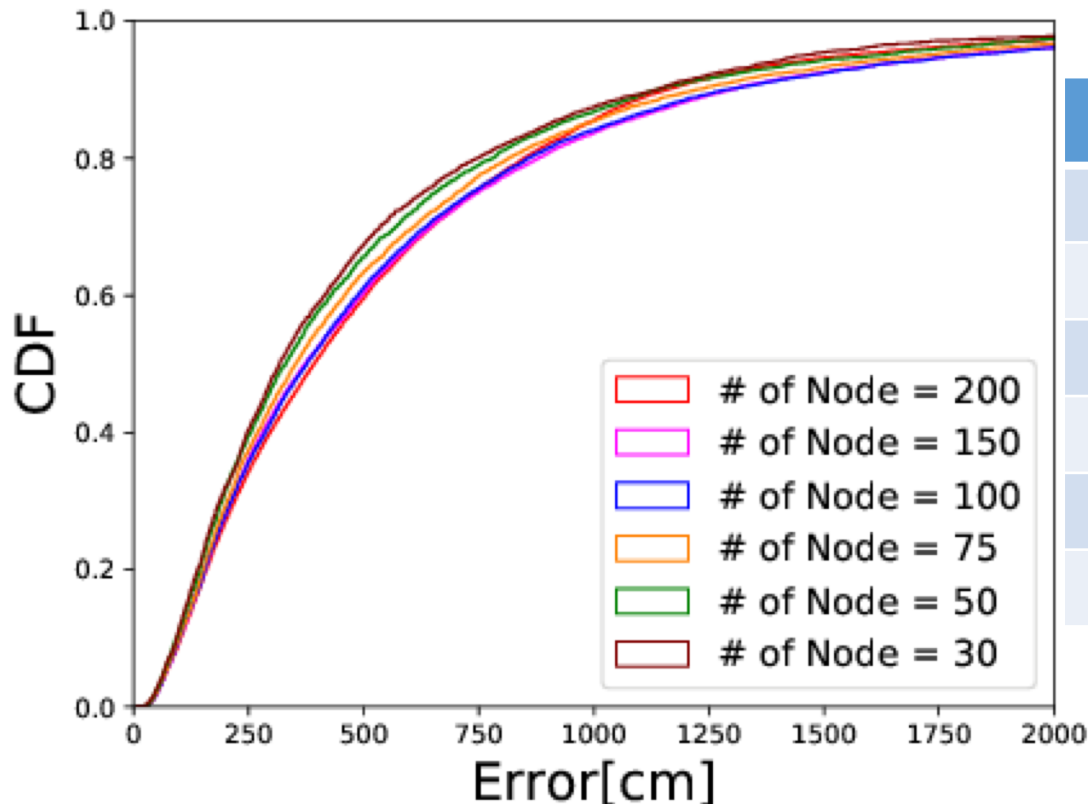


表4:位置測位の誤差の中央値

ドローンの台数	誤差の中央値
30台	318.32 [cm]
50台	330.65 [cm]
75台	353.26 [cm]
100台	376.80 [cm]
150台	374.64 [cm]
200台	392.56 [cm]

※ CSIを用いた位置測位技術[4]を参考に距離測定に誤差が発生するものとして位置測位の誤差を評価

- ・ドローンの台数が増えるにしたがって位置測位における誤差が大きくなった
- ・基準点3つのみを使用した位置測位の誤差が約3-4mとかなり精度が悪い

まとめと今後の課題

□まとめ

- ・ 位置測位にかかる時間を削減できるプロトコルの提案
- ・ 提案手法では位置測位にかかる時間は一定の要求値を満たすことに成功
- ・ 位置測位の誤差が非常に大きく,改善が必要

□今後の課題

- ・ 位置測位の精度についても考慮した手法の提案
- ・ 実機実装による評価