

Визначення положення випромінювача за різницею часу надходження сигналу

Магістерська кваліфікаційна робота

Виконав: Мусіяка О.А.

Керівник: доктор технічних наук, доцент Глибовець А.М.

Інженерія програмного забезпечення (121)



Мета роботи

- Огляд існуючих алгоритмів геолокації за різницею у часі надходження сигналу (TDoA)
- Розробка універсального алгоритму на основі методу максимальної правдоподібності
- Покращення швидкості роботи алгоритму
- Паралелізація обчислень з використанням графічного процесора



Завдання

- Обґрунтування математичної моделі для алгоритму
- Розробка алгоритму для роботи на CPU
- Розробка покращеного алгоритму градієнтного спуску
- Порівняння з існуючими ми методами
- Реалізація на GPU для покращення швидкодії



Етапи роботи

- Огляд літератури
- Огляд існуючих методів геолокації
- Розробка математичної моделі для оцінювача максимальної правдоподібності (MLE)
- Реалізація моделі вимірів з похибкою
- Реалізація існуючих та запропонованого алгоритмів
- Порівняльний аналіз швидкодії алгоритмів

Алгоритм геолокації TDoA

- Принцип роботи алгоритму полягає у покроковому уточненню положення випромінювача
- На кожному кроці оцінка змінюється таким чином, щоб збільшити логарифмічну функцію правдоподібності
- У базовій реалізації алгоритму використовується спуск у напрямку максимального градієнта (SGD) та його модифікація “momentum”
- Метод Ньютона-Рафсона не працює через погану визначеність матриці Гессе функції логарифмічної правдоподібності

Запропонований алгоритм

- У методі Ньютона-Рафсона обернена матриця Гессе виконує роль лінійного перетворення, що стискає витягнутий у вигляді “долини” мінімум
- У оригінальному варіанті матриця других похідних є складною для обчислення та залежить від вимірів
- У запропонованому методі матриця Гессе була замінена на її статистичне наближення, що залежить лише від гіпотези та не залежить від конкретних вимірів
- Наближений вираз для матриці на відміну від точного гарантує існування оберненої матриці на кожному кроці

Оцінка роботи зміненого алгоритму

- Досягнуто пришвидшення роботи градієнтного спуску у порівнянні з існуючими методами
- Запропонований метод значно зменшує необхідну кількість ітерацій алгоритму

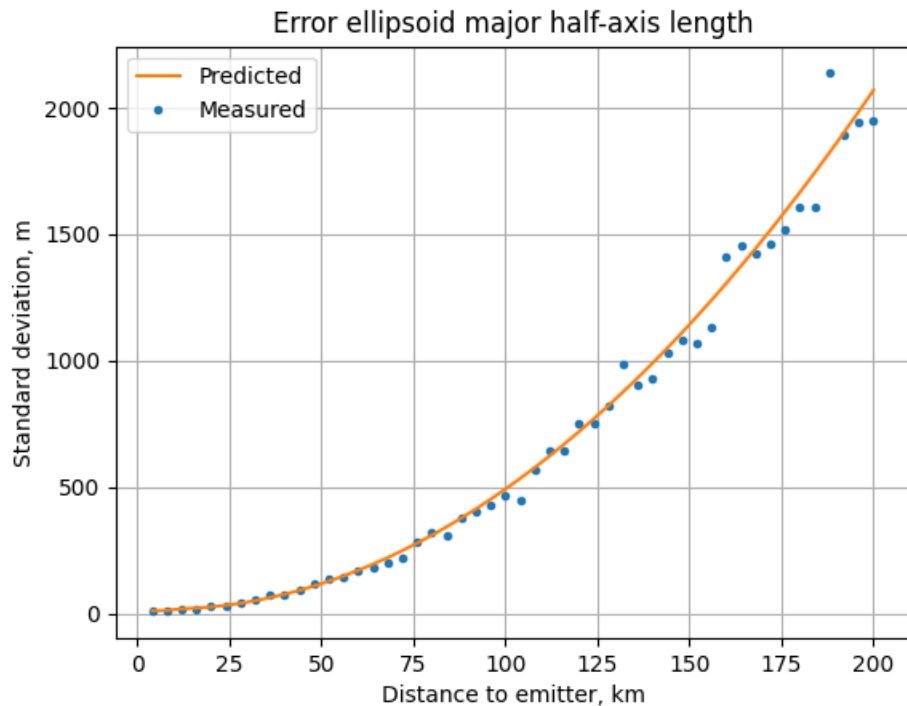
Метод	SGD	Momentum	Proposed
Час виконання, мс	671.8	185.6	23.8
Пришвидшення, разів	-	3.6	28.2

Паралелізація алгоритму

- Реалізовано паралелізовану версію алгоритму з використанням графічного процесора

Метод	SGD	Momentum	Proposed
Час виконання на CPU, с	80.03	22.49	2.02
Час виконання на GPU, с	6.72	1.84	0.193
Час виконання на GPU 32bit, с	3.80	1.02	0.108
Пришвидшення GPU/CPU	11.9	12.2	10.5
Пришвидшення GPU 32bit/CPU	21.1	22.1	18.7

Порівняння дисперсії оцінки алгоритму з нижньою границею Крамера-Рао





Результати

- Запропоновано вдосконалений алгоритм градієнтного спуску для геолокації за методом TDoA
- Реалізовано алгоритм геолокації TDoA та виконано симуляцію його роботи
- Реалізовано модифіковану програму для виконання на графічному процесорі

Висновки

- Алгоритмічна оптимізація та паралелізація обчислень дозволила зменшити час обробки даних на два порядки
- Розроблений алгоритм досягає нижньої границі Крамера-Рао при симуляції з сигналами, що мають похибку вимірювання
- Завдяки заміні матриці Гессе на її статистичне наближення вдалося вирішити проблему її визначеності



Дякую за увагу!