

Bestimmung von Position und Orientierung des Eigenschiffes mittels Korrelation von AIS-und Radar-Informationen

Jannik Knopp

Abstract

lore ipsum

Inhaltsverzeichnis

Abstract	i
1 Einleitung	1
1.1 Zweck	1
1.2 Problembeschreibung	1
1.3 Ziel	1
1.4 Methoden	2
1.5 Abgrenzung	2
2 Grundlagen	3
2.1 Allgemeines	3
2.1.1 NMEA	3
2.1.2 WGS84	3
2.1.3 Berechnungen auf dem Erdellipsoiden	3
2.2 Point Set Registration	3
2.2.1 Rigid und Non-rigid Registration	3
2.2.2 Stochastisches Point Set Registration	3
2.2.3 Gaussian Mixture Model	4
2.2.4 EM-Algorithmus	4
2.2.5 Singulärwertzerlegung	4
2.2.6 Coherent Point Drift	4
3 Literaturvergleich	5
3.1 Fusion von AIS- und ARPA-Signalen	5
3.2 Point Set Registration Methoden	5
3.3 Position Fix Methoden / Sicherheitssteigerung der Positionsbestimmung	5
4 Umsetzung	6
4.1 Ansätze	6
4.1.1 ICP	6
4.1.2 Graph-Matching	6
4.1.3 Coherent Point Drift	6

4.2	Implementierung	6
4.2.1	Programmablauf	6
4.2.2	Ungenauigkeiten durch den Erdellipsoiden	6
4.2.3	Rotationsschwäche von Coherent Point Drift	6
4.3	Position-Fix	7
4.3.1	Bestimmung der Eigenposition	7
4.3.2	Bestimmung der Sicherheit der Eigenposition und Eliminierung von Ausreißern	7
4.3.3	Erstellung des Ergebnisses	7
5	Bewertung	8
5.1	Genauigkeit	8
5.2	Robustheit	8
5.3	Ausblick	8
6	Schluss	9
6.1	Zusammenfassung	9

1. Einleitung

1.1 Zweck

Die Eigenposition eines Schiffes gehört zu den wichtigsten navigatorischen Daten. Diese wird meistens über einen GPS-Empfänger bestimmt. Das GPS-Signal ist manipulierbar, somit besteht die Möglichkeit einer böswilligen Manipulation durch einen Angreifer. Dadurch fällt der GPS-Empfänger aus oder gibt eine falsche Position zurück. In diesen Fällen ist die Eigenposition nicht mehr verfügbar oder nicht vertrauenswürdig, somit ist es notwendig eine Methode zur Positionsbestimmung zu entwickeln, welche unabhängig von dem eigenen GPS-Empfänger arbeitet und somit in der Lage ist dessen Daten zu verifizieren.

1.2 Problembeschreibung

Zur Bestimmung der Eigenposition können die Daten aus dem Radar, die GPS-Daten der Schiffe in unmittelbarer Nähe (über AIS bekannt) und die Daten der Seekarte genutzt werden. Das Automatic Identification System (AIS) ist ein unverschlüsseltes Funksystem, zum Austausch von Schiffs- und Navigationsdaten. Durch die AIS-Daten ist die absolute Position von Schiffen und ATONs (*Aid to navigation*) bekannt. ATONs sind markante Landmarken oder Bojen zur Unterstützung der Navigation. Durch das Radar erhält man die relative Position der Schiffe und der ATONs zu der Eigenposition. Durch diese beiden Daten lässt sich ein Rückschluss auf die Eigenposition ziehen. Die Zuordnung zwischen AIS- und Radar-Signalen ist aktuell abhängig von der Eigenposition. Da diese bestimmt werden soll, muss ein Algorithmus entwickelt werden, welcher unabhängig von dieser die Zuordnung finden kann. Durch das Finden einer Zuordnung findet sich auch die Transformation, die beide Punktwolken unterscheidet.

1.3 Ziel

Das Ziel der Thesis ist die Entwicklung eines Algorithmus, welcher die Eigenposition und den Kurs (Heading) des Eigenschiffes möglichst genau bestimmen kann. Dieser soll unabhängig der eigenen GPS-Daten funktionieren. Der Algorithmus

soll später als eine Art Sensor für die Brücke eingesetzt werden, das heißt die Brücke sendet die benötigten Daten an den Algorithmus und dieser sendet die errechnete Eigenposition und eine Darstellung zurück an die Seekarte.

1.4 Methoden

Zur Bestimmung der Zuordnung zwischen den ARPA- und AIS-Signalen wird der Coherent Point Drift, ein Point-Set-Registration Algorithmus, verwendet. Dies impliziert die Verwendung von Gaussian mixture models, sowie des EM-Algorithmus (Expectation Maximization Algorithmus).

Der Position Fix wird über die Lösung der ersten geodätischen Hauptaufgabe bestimmt. Hierfür wird die wird auf Grund ihrer hohen Genauigkeit, auf einem Erd-Ellipsoiden, die Vincenty Formel verwendet.

1.5 Abgrenzung

Das Produkt der Thesis ist ein externes Softwaremodul, welches in Zusammenarbeit mit Herrn André Becker entwickelt wird. Dieser verfasst ebenfalls seine Thesis über einen Teil dieses Softwaremoduls. Die Thesen lassen sich wie folgt abgrenzen, Herr Becker entwickelt die Vorfilterung der Daten, einen Point-Matching Algorithmus und eine Netzwerkschnittstelle zur Kommunikation des Softwaremoduls mit der Schiffsbrücke. Diese Thesis umfasst die Softwarestruktur des Moduls, ebenfalls einen Point-Matching Algorithmus und einen Algorithmus zur Positions- und Kursbestimmung. Das einlesen der Daten wird über einen Daten Parser realisiert, welcher von Raytheon Anschütz gestellt wurde und somit nicht Teil der Thesis ist. Ebenso wird die Funktionalität über Daten aus einem Daten Generator verifiziert, welcher ebenfalls von Raytheon Anschütz gestellt wurde.

2. Grundlagen

2.1 Allgemeines

.

2.1.1 NMEA

Erklärung der Datenkommunikation mittels NMEA - Nachrichten auf der Schiffsbrücke und mittels des Softwaremoduls

2.1.2 WGS84

Erklärung des WGS84 Referenzsystems zur Positionsbestimmung auf dem Erdellipsoiden

2.1.3 Berechnungen auf dem Erdellipsoiden

Probleme bei der Berechnung von Distanzen auf dem Erdellipsoiden und verschiedene Formeln zur Berechnung auf dem Erdellipsoiden

2.2 Point Set Registration

2.2.1 Rigid und Non-rigid Registration

Unterschied zwischen Rigid und Non-rigid registration erklären und kurze Erwähnung der Probleme welche bei Rigid Registration auftreten

2.2.2 Stochastisches Point Set Registration

Vergleich von Stochastischen Point Set Registration Methoden(basieren meist auf GMMs) und anderen Methoden z.B. Iterative Closest point

2.2.3 Gaussian Mixture Model

Erklärung von Gaussian Mixture Models im Zusammenhang mit Point Set Registration

2.2.4 EM-Algorithmus

Erklärung des EM Algorithmus und welchen nutzen er für Point Set Registration hat

2.2.5 Singulärwertzerlegung

Erklärung von Singulärwertzerlegung

2.2.6 Coherent Point Drift

Erklärung der Methodik des Coherent Point Drift Algorithmus und des mathematischen Hintergrunds anhand der letzten drei Punkte

3. Literaturvergleich

3.1 Fusion von AIS- und ARPA-Signalen

Es existieren mehrer Arbeiten zum Thema Fusion von Arpa und Ais Signalen, diese werden betrachtet und kurz bewertet wie sie zu dieser Aufgabenstellung passen

3.2 Point Set Registration Methoden

Mehrere Rigid Point Set Registration Methoden werden betrachtet.

3.3 Position Fix Methoden / Sicherheitssteigerung der Positionsbestimmung

Andere Ansätze zur Sicherstellung der Positionsdaten werden erklärt (Hier ist noch keine konkrete Literatur recherchiert kann sich deswegen noch ändern)

4. Umsetzung

4.1 Ansätze

4.1.1 ICP

Kurze Erklärung was ICP ist und was seine Schwächen für die konkrete Aufgabe gewesen sind

4.1.2 Graph-Matching

Erklärung was Graph Matching ist warum es nicht nutzbar für die Aufgabe ist

4.1.3 Coherent Point Drift

Begründung warum CPD für die Aufgabe verwendet wird und gegenüber Stellung zu den anderen beiden Ansätzen

4.2 Implementierung

4.2.1 Programmablauf

Ablauf des Programms um einen allgemeinen Eindruck zu bekommen was alles passiert und wo die nächsten Punkte einzuordnen sind

4.2.2 Ungenauigkeiten durch den Erdellipsoiden

Probleme durch Koordinaten auf dem Erdellipsoiden werden erwähnt und die Lösung zu diesen wird präsentiert

4.2.3 Rotationsschwäche von Coherent Point Drift

Der CPD kann mit einer Rotation einer Punktwolke nur bis zu einem bestimmten Grad umgehen, dies wird hier behandelt und eine Lösung wird präsentiert

4.3 Position-Fix

4.3.1 Bestimmung der Eigenposition

Die Methodik zur Bestimmung der Eigenposition wird erklärt.

4.3.2 Bestimmung der Sicherheit der Eigenposition und Eliminierung von Ausreißern

Hier wird die Mahalanobis Distanz erklärt und wie sie man dadurch Ausreißer erkennen kann und über die Standardabweichungen eine gewisse Sicherheit für diese Position Bestimmen kann.

4.3.3 Erstellung des Ergebnisses

Kurze Erklärung wie das Ergebniss erstellt wird (NMEA Telegram und Grafik) um von der Netzwerkschnittstelle gesendet werden zu können.

5. Bewertung

5.1 Genauigkeit

Tests mit Generatordaten werden dargelegt, erklärt und ausgewertet. Es werden außerdem Methoden zur Genauigkeitssteigerung des Algorithmus bewertet.

5.2 Robustheit

Tests mit Generatordaten mit zunehmenden Ausreißern und Auswertung der Ergebnisse

5.3 Ausblick

Mögliche Optimierungen für den Algorithmus werden beschrieben.

6. Schluss

6.1 Zusammenfassung