

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

Jannik Knopp

# Abstract

lore ipsum

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract</b>	<b>i</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Zweck . . . . .	1
1.2 Problembeschreibung . . . . .	1
1.3 Ziel . . . . .	1
1.4 Methoden . . . . .	2
1.5 Abgrenzung . . . . .	2
<b>2 Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1 ??? . . . . .	3
2.1.1 ARPA, AIS, ATON (???) . . . . .	3
2.1.2 Manipulierbarkeit der Daten . . . . .	3
2.1.3 NMEA . . . . .	3
2.2 Point Set Registration . . . . .	3
2.2.1 Stochastisches Point Set Registration . . . . .	3
2.2.2 Gaussian Mixture Model . . . . .	3
2.2.3 EM-Algorithmus . . . . .	3
2.2.4 Singulärwertzerlegung . . . . .	3
2.2.5 Rigid und Non-rigid Registration . . . . .	4
<b>3 ??????????????</b>	<b>5</b>
3.1 ??? . . . . .	5
3.1.1 Programmablauf . . . . .	5
3.1.2 Verschiebung von AIS zum Ursprung und ARPA Initialisierung (Umgehen von Geometrischen Transformationen)??? .	5
3.1.3 Oberen Punkt in zwei Punkte aufteilen? . . . . .	5
3.2 Coherent Point Drift . . . . .	5
3.2.1 Konzept . . . . .	5
3.2.2 Funktionsweise . . . . .	5
3.2.3 Ausgleich der begrenzten Rotation . . . . .	5
3.3 Position-Fix . . . . .	5
3.3.1 Bestimmung der Eigenposition . . . . .	5

3.3.2	Bestimmung der Sicherheit der Eigenposition . . . . .	5
3.3.3	Rückgabe oder sowas??? . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Bewertung</b>	<b>6</b>
4.1	Genauigkeit . . . . .	6
4.2	Robustheit . . . . .	6
4.3	??? . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Literaturvergleich</b>	<b>7</b>
5.1	Fusion von AIS- und ARPA-Signalen . . . . .	7
5.2	Point Set Registration Methoden . . . . .	7
5.3	Position Fix Methoden / Sicherheitssteigerung der Positionsbestimmung . . . . .	7
<b>6</b>	<b>Schluss</b>	<b>8</b>
6.1	Zusammenfassung . . . . .	8

# 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 ???

#### 2.1.1 ARPA, AIS, ATON (???)

.

#### 2.1.2 Manipulierbarkeit der Daten

.

#### 2.1.3 NMEA

.

### 2.2 Point Set Registration

#### 2.2.1 Stochastisches Point Set Registration

.

#### 2.2.2 Gaussian Mixture Model

.

#### 2.2.3 EM-Algorithmus

.

#### 2.2.4 Singulärwertzerlegung

.

## **2.2.5 Rigid und Non-rigid Registration**



## 3. ?????????????

### 3.1 ?????

#### 3.1.1 Programmablauf

#### 3.1.2 Verschiebung von AIS zum Ursprung und ARPA Initialisierung (Umgehen von Geometrischen Transformationen)???

#### 3.1.3 Oberen Punkt in zwei Punkte aufteilen?

### 3.2 Coherent Point Drift

#### 3.2.1 Konzept

#### 3.2.2 Funktionsweise

#### 3.2.3 Ausgleich der begrenzten Rotation

### 3.3 Position-Fix

#### 3.3.1 Bestimmung der Eigenposition

#### 3.3.2 Bestimmung der Sicherheit der Eigenposition

#### 3.3.3 Rückgabe oder sowas???

## 4. Bewertung

### 4.1 Genauigkeit

### 4.2 Robustheit

### 4.3 ????

## 5. Literaturvergleich

### 5.1 Fusion von AIS- und ARPA-Signalen

Andere Ansätze zur Fusion von AIS und ARPA Vergleichen und vergleichen mit dieser Arbeit.

### 5.2 Point Set Registration Methoden

Den aktuellen Stand für PositionFixes beschreiben und vergleichen zum entwickelten Verfahren

### 5.3 Position Fix Methoden / Sicherheitssteigerung der Positionsbestimmung

Andere Ansätze zur Sicherstellung der Positionsdaten.

## 6. Schluss

### 6.1 Zusammenfassung