Particle Filter GNSS

Particle Filter Algorithms and Experiments for High Sensitivity GNSS Receivers

Programm / Ausschreibung	ASAP, ASAP 11. Ausschreibung (2014)	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.01.2015	**Projektende**	31.12.2017
Zeitraum	2015 - 2017	**Projektlaufzeit**	36 Monate
Keywords	GNSS; Particle-Filter-Algorithms; High-Sensitivity Navigation; Navigation-Experiments;		

Projektbeschreibung

*** Problemstellung und Ausgangssitution:
Technische Aspekte für GNSS-basierte Navigation bei extrem schwachen Signalstärken sind immer noch fern einer zufriedenstellenden Lösung. Dies betrifft speziell Genauigkeit und Zuverlässigkeit der zur Verfügung stehenden Empfänger. Besonders der Bereich der Indoor-Navigation ist hier zu nennen, der aufgrund der Fülle von potentiellen Anwendungsmöglichkeiten dringend neuer Lösungen bedarf. Partikelfilter Algorithmen, die GNSS-Signalverarbeitung und Positionsanalysen kombinieren, werden als vielversprechende Ansätze betrachtet, jedoch sind Implementierungen in operationellen Empfängern derzeit noch nicht Stand der Technik und bedürfen dringend weiterer Entwicklung und Erprobung. Dies gilt speziell in Hinblick auf die Ausnutzung der neuen hochauflösenden Signale, die mit Galileo zur Verfügung stehen werden. Galileo ist derzeit in der Phase IOV und wird demnächst in der Phase FOC die volle Leistungsfähigkeit erreichen. Dabei ist mit einer deutlichen Steigerung der forschungs- und anwendungsbezogenen Aktivitäten zu rechnen ist, als Beispiel sei der hohe zukünftige Anteil von GNSS im Rahmen des Europäischen Programms 'Horizon 2020' genannt.
JOANNEUM RESEARCH ist seit vielen Jahren im Bereich der Erforschung innovativer Aspekte der globalen Satellitennavigation (GNSS) tätig, vor allem in den Bereichen Wellenausbreitung und 'Interference'. IFEN GmbH verfügt über exzellente Expertise im Bereich der Architektur von Navigationsempfängern und im Bereich der GNSS Signalverarbeitung, was eine ideale Ergänzung zum Erfahrungsbereich von JOANNEUM RESEARCH darstellt. IFEN GmbH ist eine deutsche Gesellschaft, einige ihrer Mitarbeiter leben und arbeiten jedoch in Graz, wobei Lohnsteuer in Österreich geleistet wird. JOANNEUM RESEARCH und IFEN planen die Entwicklung von Partikelfilter Algorithmen für operationelle GNSS Satellitenempfänger und sehen dies als wichtigen Teil ihrer strategischen Ausrichtung. Ziel ist es, überlegene Empfangseigenschaften in den Bereichen Indoor Empfang, Straßenschluchten ('Urban Canyons') und Anwendungen der Eisenbahninfrastruktur zu erreichen, sowie die eigene Expertise in diesen Bereichen zu erhöhen. Auch im Bereich des Space Segments sind zukünftige Anwendungen für hochempfindliche Navigationsempfänger erkennbar.
*** Vorgangsweise:
Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Implementierung eines Partikelfilter Algorithmus wobei dessen Leistungsfähigkeit experimentell erprobt werden soll. Die Signalverarbeitung soll ortsbasiert arbeiten unter Ausnutzung lokaler Umgebungsinformationen wie z.B unter Ausnutzung eines Gebäudeplans. Weiters sollen direkt das Korrelatorergebnis

genutzt und Bayesscher Filter angewendet werden. Die intelligente Auswertung von Mehrfachreflexionen an umgebenden Strukturen soll ebenfalls eine Charakteristik des neuen Algorithmus werden.
JOANNEUM RESEARCH wird die Entwicklung und Erprobung durchführen, IFEN wird wissenschaftliche Unterstützung und Supervision einbringen. Da Partikelfilter Algorithmen keine 'Stand-alone' Lösungen liefern sondern auf Hilfsinformation angewiesen sind wie präzise Zeit, Umgebungsinformation, etc., ist die Erprobung und Auswertung unter realistischen Bedingungen ein wesentlicher Teil der Entwicklung. Vorgesehen dabei sind Indoor Experimente und mobile Messungen mittels Van und Eisenbahn, die 'Urban Canyons' und die Verzweigung von Gleisanlagen untersuchen sollen. Die Ergebnisse sollen analysiert und optimiert werden wobei im Feedback Verfahren Anpassungen des Algorithmus erfolgen werden. Die Implementierung des Empfängers wird sowohl GPS als auch Galileo Signale berücksichtigen, in der Auswertung soll die Leistungsfähigkeit der Verwendung beider GNSS Systeme im Vergleich zu den Einzelsystemen dargestellt werden.
*** Ergebnisse:
Erwartetes Ergebnis des Projekts ist die vollständig validierte Implementierung eines GNSS Partikelfilter Algorithmus, der in ein Erprobungssystem ('Testbed') oder in ein kommerzielles Produkt integriert werden kann. JOANNEUM RESEARCH und IFEN genießen beide die vollen Rechte an Entwicklung und Sourcecode des Projekts. Die Verfügbarkeit des Algorithmus für operative Anwendungen sowie die damit verbundene Expertise wird die Wettbewerbsfähigkeit von JOANNEUM RESEARCH bei zukünftigen Ausschreibungen innerhalb ESA's EGEP Programm sowie der relevanten Ausschreibungen von GSA, Horizon 2020 und anderen Geschäftsfällen deutlich steigern. IFEN erhält die Möglichkeit der Implementierung der Ergebnisse in zukünftigen kommerziellen Produkten.

Abstract

*** Problem to solve and initial situation:
Technological solutions for GNSS based navigation in weak signal situations are still far from being completed, still lacking the required accuracy and also reliability. Especially indoor navigation still gains rapidly increasing attention, considering the wealth of potential applications. Particle filtering algorithms at the combined GNSS signal processing and positioning level may be considered as a very promising approach, however employment in operational receivers is not known yet. This technology is far from being mature and further investigation is needed. Especially with Galileo becoming operative – presently in IOV phase and soon in FOC phase – a further push to such activities is being expected respectively already ongoing, as e.g. indicated by GNSS share in the Horizon 2020 Space budget. Since many years JOANNEUM RESEARCH (JR) has been involved in GNSS research, mainly regarding propagation and interference issues. IFEN GmbH has excellent expertise in GNSS receiver architecture and signal processing, perfectly complementing JR’s expertise. IFEN GmbH is a German company with some of their employees living and working in Graz, close to JR premises, paying wage tax in Austria. JR and IFEN plan the implementation of particle filtering algorithms as a strategic important step, expecting superior performance in weak GNSS signal situations (indoors, urban canyons, railraod scenarios, but also space applications …) and significantly enhancing JR’s expertise.
*** Planned goals and approaches:
A GNSS particle filter algorithm will be developed and implemented, and the performance of this implementation will experimentally be validated. The algorithms will be based on signal processing in position domain, direct use of correlator values, involvement of Bayesian filters and multipath handling. The actual implementation work will be done by JR under guidance and supervision by IFEN. Particle filtering algorithms cannot be considered as stand-alone software solutions,

instead always require certain aiding information, like precise time, or situational awareness (e.g. building layout, etc.).The readily implemented algorithms will be validated by experiments, using indoor, urban canyon and railroad scenarios. Any shortcomings being revealed by the experiments will be overcome by improving the algorithm / implementation. The implementation will consider GPS and Galileo signals and may compare receiver performance considering just one of the two systems.

*** Expected results and findings:

The expected result is a fully validated implementation of a GNSS particle filtering algorithm, ready for integration into a test bed or commercial product. Both, JR and IFEN, have full rights on the results, including the full source code. Such algorithm and the experience gained in this activity will significantly enhance JR’s competitiveness for upcoming opportunities, either in ESA’s EGEP programme, under the relevant calls of GSA / Horizon2020, or in any other relevant business chances. IFEN may integrate the implementation into their commercial products as well.

Projektkoordinator

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

Projektpartner

- IGASPIN GmbH