

Abstract

There has been a steady increase in the number of marine vessels as the shift from a local economy to a global one occurs. With this increase, security, environmental and safety of life issues are driving the need to create a method to monitor global marine traffic. Thus, there has been an increasing interest by commercial, civilian and military authorities in developing a global vessel monitoring capability.

Existing data-gathering systems are limited to providing coastal information and most are not well suited for adaptation to a global viewpoint. Further complicating the situation is the fact that it is preferable to implement a system that does not force vessel owners and operators to modify their existing fleet. One pre-existing system that is adaptable to the global requirement is the Automatic Identification System (AIS). Developed by the International Maritime Organization, AIS was designed for use between ships and to coastal stations in order to facilitate collision avoidance and situational awareness.

There has been interest in collecting AIS signals from space for many years in order to provide wide-area AIS coverage, and the first experimental missions looking at AIS acquisition from space have proven that such signals can indeed be received from space. The system has technical challenges resulting from adapting a line-of-sight ground-based communication system to enable reception from space. In addition, there are also many technical, security, legal and business issues.

The challenges in implementing a global AIS surveillance system are discussed within this paper. Beginning with a look at the technical challenges and the approach that COM DEV has followed to date, the presentation then moves on to discuss the global political, legal and business challenges that develop during the implementation of such a venture.

1. Introduction

The Automatic Identification System (AIS) is a ship-to-ship and ship-to-shore system used as an aid for collision avoidance and vessel traffic management. AIS signals consist of short messages, broadcast at VHF, that contain information such as ship ID, position, speed and heading, etc. AIS transmitters are mandated for specific classes of vessels and are being voluntarily added by others (including search and rescue boats and aircraft). Class A is a mandatory service for all ships of 300 gross tonnage and upwards engaged on international voyages, cargo ships of 500 gross tonnage and upwards not engaged on international voyages and passenger ships irrespective of size. Class B is a voluntary AIS service for pleasure vessels. As the system becomes more popular, AIS receivers and display systems are becoming a common tool for local-area awareness on board ships. Typically, the AIS system has a range of 50 to 100 km, which limits any long-range ship position knowledge. In addition, AIS transmitters use a self-organized time division multiple access (SO-TDMA) scheme to allow all ships within a self-organizing cell to broadcast their information without

overlapping other transmissions from ships within the same cell. Overlapping messages are often referred to as message collisions.

The ability to collect AIS messages from space provides a 'signal of opportunity' that has significant impact on global marine traffic awareness. It provides an input to a large number of applications including search-and-rescue, national security, environmental study and shipping economics. The following paper discusses the technical challenges that arise as a result of the detection and distribution of signals from a terrestrial based RF system. However, the technical challenges are only a portion of the difficulties that arise during the development of a global AIS sensing and distribution network. The paper moves on to discuss the legal and business challenges with this system.

2. Technical Implementation of AIS from Space

As stated previously, the AIS system has been optimized for terrestrial use where the cell size typically no more than 75 km, and often much less. Recall that each cell follows an SO-TDMA (Self-Organized Time Division Multiplexed) scheme to prevent message collisions. If a system is capable of receiving messages from multiple cells, there is the possibility of having message overlaps. The more cells that are in view, the higher chance of a message overlap occurring. In addition to the possibility of message collisions, a space based receiver must deal with low signal power radiated towards space and ionospheric and Doppler effects which results in signal degradation. The technical issues with detecting and extracting AIS messages from space have been studied for several years [1]. By far, the problem of message collisions is the most difficult to solve; the remaining issues being solvable through the use of standard RF design techniques. Figure 1 contains an example of the difference between non-overlapping (uncollided) and overlapping (collided) signals. The non-overlapping messages are easily pulled out of the baseband signal; however, retrieving messages from the overlapping case is very difficult. In some cases, the overlap is such that the messages are difficult to even distinguish from each other.

2.1 *Traditional approaches provide limited benefits*

To date, most solutions use a standard VHF receiver combined with GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) demodulation to decode any signals received by the satellite; essentially using a standard AIS radio terminal with a specialized antenna. In order to deal with the message collision problem, long and frequent observation times over the area of interest are required. Thus, the low likelihood of message detection is addressed by using a long collection time to improve the overall detection statistics and the chances of a clear message being received. In areas where the ship density is low, the probability of message collisions is also low and this method provides reasonable performance.

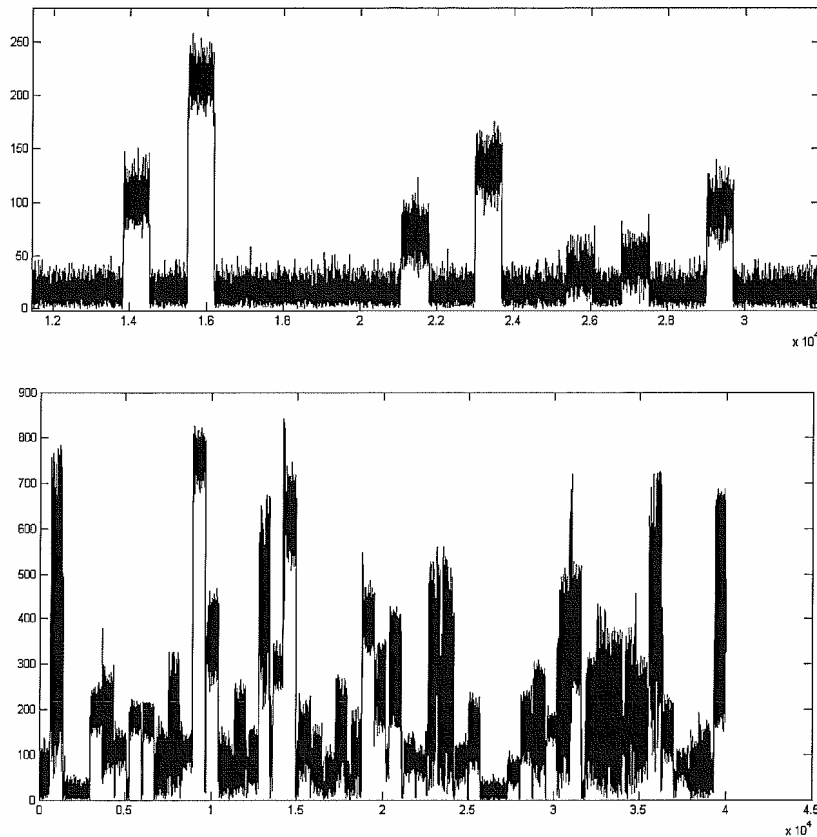


Figure 1. A clean, non-overlapping AIS signal (top) compared to a collided AIS signal (bottom). Data was collected by the COM DEV NTS satellite. The peaks represent AIS ship transmissions.

Reducing the antenna footprint is another possible method of increasing the number of ship detections. However, in addition to reducing the number of cells in view at one time, it also increases the time to provide global coverage while reducing the amount of time that any one cell is under observation. The rate that AIS ships transmit is variable and can be as often as every 2 seconds or a seldom as every 3 minutes. In order to ensure the possibility of receiving at least one message from every ship in a cell, the cell would have to be in view for at least 360 seconds or a 2700 km footprint. Even this limited footprint results in multiple cell coverage and the high probability of message collisions.

2.2 *A new approach now overcomes earlier difficulties*

COM DEV Ltd. has taken a different approach and developed and tested, using simulations and aircraft trials [2], an AIS radio intended to address the collision problem inherent in the reception of AIS signals from space. The purpose of this radio is to achieve a much higher level of ship detection per spacecraft pass. Following the success of terrestrial trials, COM DEV subsequently worked with the University of Toronto Institute for Aerospace Studies / Space Flight Laboratory (UTIAS/SFL) to design, develop and launch the

NTS (Nanosatellite for Tracking of Ships) satellite; using a responsive space platform [3] and carrying the COM DEV Ltd. AIS radio. The NTS spacecraft, refer to Figure 2, has been invaluable as it has allowed the collection of raw AIS signals from space.

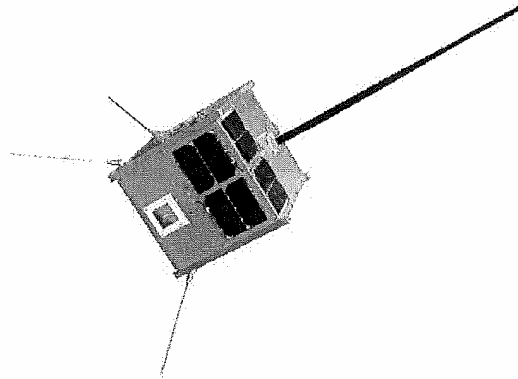


Figure 2. View of the NTS spacecraft

The decollision process was originally developed using the inputs from a theoretical signal model of the transmissions as viewed from space. This model was refined using data from air trials and has now been adjusted based on the signals received from the NTS spacecraft. The result is a large improvement in the number of detections versus the commercial receiver approach. A comparison is shown in Figure 3. Figure 4 contains a view of the global AIS detections from the NTS spacecraft. From this image, the global shipping lanes and high-density areas are clearly represented.

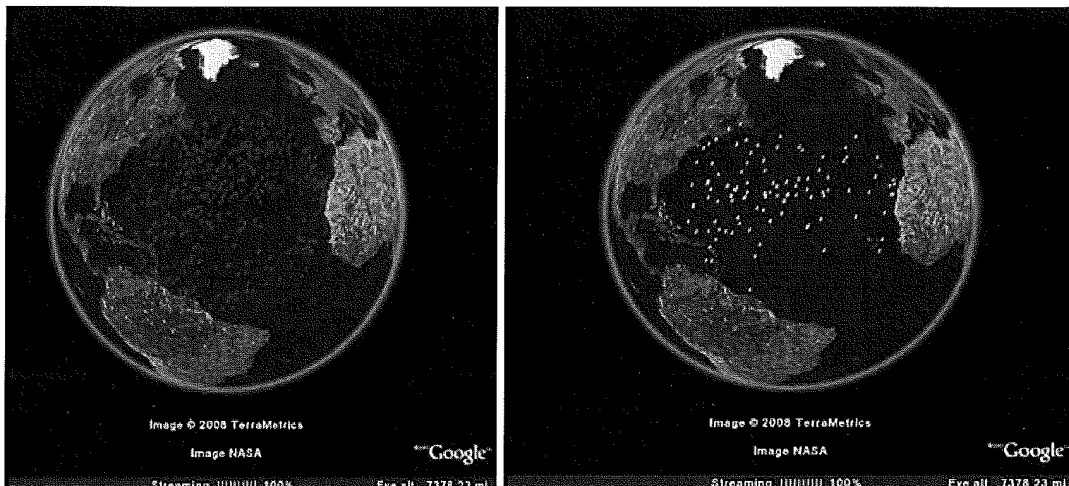


Figure 3. Comparison between the detections of the COM DEV Ltd AIS radio (left) and a commercial receiver (right) for a 90 second data set

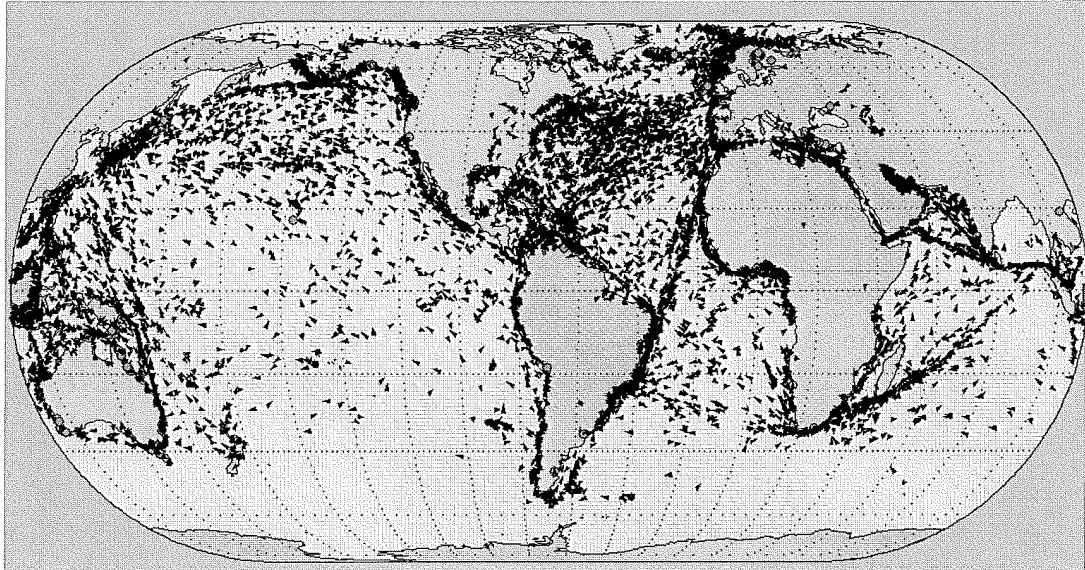


Figure 4. Global ship detections from a total of twenty-three 90 second snapshots from the NTS spacecraft. The picture contains 11631 class A ships, 52 class B ships, 2 search and rescue aircraft and 160 base stations. Gatehouse software is used to present the data.

The results of COMDEV's real-world tests have validated earlier simulated performances with a high degree of fidelity. These results have been correlated with market studies into existing terrestrial system performance. The comparison has shown that the technology is capable of providing average ship detection performance during a single satellite pass over a five-thousand kilometer area that is comparable to the performance of terrestrial systems over their targeted field of view (which is typically 75 kilometers or less from shore).

Terrestrial AIS systems have the benefit of continuous coverage and detection rates that approach 100% close in to shore. They have the disadvantage of very limited range and high cost per square mile covered. AIS from space (AIS-S) has the advantage of providing complete global coverage with comparable average detection performance as well as low cost per square mile covered. It has the disadvantages of lower detection rates close to shore stations and only periodic vessel refresh. Therefore, AIS-S and terrestrial systems each provide features that the other cannot, which means that both are needed for complete maritime domain awareness.

3. Business Issues with AIS Reception from Space

Creation of a system capable of providing a global AIS-S solution is a major undertaking and represents a very large investment. Historically, such a system would only be the

province of government space agencies. This is especially true for system designs that rely on limiting the coverage area of each satellite to solve the collision problem. Such systems must then deploy large numbers of satellites in order to provide a reasonable Vessel Refresh Rate. This is the fundamental tradeoff in the determining the Quality of Service for any AIS-S system.

COMDEV has conducted extensive research into the needs and wants of the potential users of a global AIS picture. Based on this research a few key needs have emerged:

- 1) Frequent updates from each ship – (Vessel Refresh Rate)
- 2) High Capture Ratio – probability of seeing any ship during a pass should be as good or better than terrestrial systems.
- 3) Data security and quality – data on historical ship tracks is both sensitive and valuable and should not be distributed without careful consideration.
- 4) Access to historical ship tracks for environmental incident investigations and other applications.

In the past, the first two of these requirements were thought to be commercially infeasible because of the high cost of deploying the large constellation required to solve the collision problem. The only solutions that could be considered were systems that employ standard AIS-S receivers on satellites designed for other purposes. While this does lower the cost of the AIS-S constellation, it does not directly address the market requirements and the inherent trade-offs will always be made in favour of the primary constellation mission.

By using the COMDEV technology described earlier, it becomes feasible to meet the needs of the market with a much smaller constellation. Specifically, a rapid Vessel Refresh rate on the order of one to two hours can be achieved with only a handful of low-cost satellites – while still providing High Capture ratios – all at an affordable cost.

The latter two market needs are not driven by the space segment but by the quality of the execution of the ground segment. All communications of AIS-S data must be encrypted end-to-end. Data must only be provided to authorized users and the users must be authorized consistent with international agreements and understandings of which users are entitled to see which messages. Similarly, the database of historical tracks must be protected in a secure facility over the long term.

In order to credibly meet these market needs, an AIS-S provider must make additional investments in the development of systems, policies and procedures that reliably demonstrate the security of the data. This investment represents a technical, economic and operational challenge is nearly as complex as the satellite constellation itself. Software and database solutions, in particular, are needed that provide the capabilities described – along with high-reliability ground facilities to ensure physical security and reliability. In other words, only a complete end-to-end solution can meet the needs of the AIS-S marketplace.

In terms of customers, government maritime authorities represent the primary users for AIS-S. Coast guards, navies, environmental agencies and fishery ministries all have a powerful need for a more complete picture of the maritime domain than is currently possible. A number of commercial applications are emerging that can benefit from AIS-S, which means that while commercial applications will be subject to careful scrutiny to ensure that data security is maintained, many applications remain that would not cause concern.

One example would be an insurance company that, with the permission of the ship owner, desires to have an independent means of verifying the ships track during a voyage – or to trace the historical track of a ship that had been damaged or lost.

It is important to consider that there exist many other communications means for ship owners to track their own vessels. These include Iridium, Inmarsat and others. It is far more difficult to independently verify that a ship is reporting correctly. Similarly, it is difficult for a third party such as a coast guard to track and communicate with a ship in its waters.

LRIT (Long Range Identification and Tracking) is an initiative of the International Maritime Organization that provides a periodic reporting mechanism designed specifically for the use with space assets. In discussions with potential users, AIS-S is positioned as a complementary system that enhances and supports the goals of the LRIT system. AIS-S provides additional information (e.g. course and speed) that is valuable in many maritime applications. AIS-S can provide more frequent updates without the necessity of polling. LRIT, on the other hand, is a global standard for long range reporting accepted by nearly all governments. It provides basic domain awareness every six hours and with an ability to poll ships as required (albeit at an unknown and variable cost). Most potential customers that have been interviewed see AIS-S as providing an independent surveillance capability that operates regardless of the status of the LRIT deployment in their particular country. Both systems are needed and provide mutually supporting value to the market.

Pricing of data services is always a key challenge. Simplicity and fairness on an international basis is important. Many telecommunications companies have foundered trying to implement overly complex billing systems. That said, the value of a global AIS-S view is very high. If the total solution can be deployed using the cost effective techniques described in this paper, a viable commercial solution is feasible. This market driven solution may obviate the need for governments to use taxpayer money to deploy such systems and could potentially bring AIS-S to the market more quickly than is possible through intergovernmental / interdepartmental space and maritime programs

4. Conclusion

In conclusion, AIS-S has faced severe technical challenges in the past that could only be partially solved by massive investments in satellite constellations. COMDEV has developed a powerful set of technologies that cost-effectively addresses the core problem of signal collision. These technologies have now been proven in real-world space applications and are making the establishment of a commercial AIS-S offering technically and economically feasible.

The deployment and operations of a commercial AIS-S service offering requires a comprehensive business solution that goes far beyond the initial and daunting challenge of solving the problems of signal reception and decollision. Once AIS-S data is captured by a satellite, the business must cost-effectively transport that data down to the earth and then to a central repository. Data must be centrally archived in order to provide authorized users access to messages from ships anywhere in the world. The data must be processed, archived, routed, tagged, quality checked, filtered and then distributed to authorized users. This global network must be monitored and maintained constantly and support must be available to customers from around the world. When the inevitable issues arise, customers will want to hear instantly from the operator of the system and be able to communicate problems and obtain timely responses.

A high quality AIS-S business must address all of these factors in order to provide a complete service offering. With a comprehensive approach, AIS-S has the potential to save many lives, help countries protect their borders, protect the environment and make the global 8 trillion dollar maritime trade industry more efficient.

概要

地域的経済から国際的経済へ発展が移行することにより海上船舶数は安定して増加している。この増加とともに、保安、環境、生命の安全に関する問題が全世界的な海上交通の監視方法について開発する必要性が出てきた。この様に、全世界的な船舶の監視能力の開発について商業、民間、軍用で関心が高まっている。

既存のデータ収集システムは、沿岸海域の情報提供を行うには限界があり、そのほとんどが全世界的な見地では十分適切なものとは言えない。さらに複雑な状況として、既存船舶の改良を船舶のオーナーや乗組員に強いることなく、そのシステムを実施することが望まれているのは事実である。全世界的に必要とされている適切な既存システムの 1 つに、自動識別システム (AIS) がある。国際海事機関 (IMO) により開発された AIS は、船舶間、船舶陸上間で衝突の回避や状況認識のために使用できるように設計されたものである。

広範囲な海域で AIS を受信できるように何年間にもわたり宇宙からの AIS 信号の収集について感心もたれており、初めに宇宙から AIS を収集できるか確認するための実験が行われ、実際に宇宙からの信号が受信できることが証明できた。そのシステムの技術的挑戦の結果に基づき、宇宙からの受信が可能となるように陸上の見通線無線通信システムを適用することになった。またこれに加えて、多くの技術、セキュリティ、法律、ビジネス問題がある。

全世界的な AIS 監視システムを実施するためのチャレンジについて本紙では議論している。初めに、これまで追求してきた COM DEV の技術的挑戦の検証やアプローチ、次にプレゼンテーションに移り、チャレンジ実施期間中に開発する全世界的な政治的、法的、ビジネス的な試みについて議論していく。

1 はじめに

自動識別システム (AIS) は、船舶間や船舶陸上間において衝突回避の支援や船舶通航管理で利用できるシステムである。AIS 信号は、船舶の ID、位置、速度、針路等のショートメッセージで構成され、VHF で放送するものである。AIS 送信機は、特定クラスの船舶に義務付けられており、その他のクラスには任意で搭載できる (搜索救助船舶や航空機を含む)。国際航海に従事する 300 トン以上の全ての船舶、国際航海に従事しない 500 トン以上の貨物船、全ての旅客船に義務付けられたサービスである。クラス B は、プレジャーボートを対象にした AIS サービスである。そのシステムがより一般的となることで、AIS 受信機や表示システムは、船舶に搭載するローカルエリアでの共通認識ツールになっている。

通常、AIS システムは、50km から 100km の電波到達領域を持っているが、長距離で船舶

の位置を認識するには限界がある。さらに、AIS システムは、自己管理型時分割多元接続方式 (SO-TDMA) を使用しており、同じセル内に他船からの情報がオーバーラップしないよう自船の情報を放送できるように自己管理するセル内で全ての船舶に割り当てる。オーバーラップするメッセージは、しばしば衝突メッセージとして注意している。

宇宙から AIS メッセージを収集するための能力は、全世界的規模での海上交通の認識に関して重大な影響を持っており “シグナルオポチュニティー” を提供する。これは、捜索救助、国家セキュリティ、環境調査、船舶経済を含むかなり多くのアプリケーションの入力として提供される。以下の資料では、地上 RF システムからの信号の探知や配信の結果として生じる技術的チャレンジについて議論している。しかし、技術的チャレンジは、全世界的 AIS センシングやネットワーク配信の開発期間に生じた困難な部分のみである。資料では、このシステムの法的及び経済的なチャレンジの議論に移っていく。

2 宇宙からの AIS 技術の実施

先ほど述べたように、AIS システムは、実際には 75km 以内のセル内で地上使用できるよう最適化されたものであり、メッセージの衝突を避けるために SO-TDMA (自己管理型時分割多元接続) 方式にそれぞれのセルが従うことにより再現率が低下する。もし、そのシステムが複数のセルを受信する能力を持っているとすると、メッセージがオーバーラップする可能性が出てくる。多くのメッセージを考慮すればするほど、メッセージのオーバーラップが発生する機会が多くなる。さらに、メッセージの衝突が増加する可能性として、宇宙空間にある受信機は、宇宙に向け放射された低い出力の信号を扱わなければならない、ドプラー効果が信号の劣化の原因となる。宇宙空間から AIS メッセージの探知や抽出を行うための技術的問題について、数年間にわたり調査された [1]。メッセージの衝突問題は、さらに解決が困難であり、標準 RF 設計技術を使用するために解決が必要な問題として残されている。図 1 は、オーバーラップ (衝突した) した信号とオーバーラップしていない (衝突していない) 信号の違いについて例示している。非オーバーラップメッセージは、簡単にベースバンドシグナルを引き出すことができる ; しかし、オーバーラップしたメッセージからの回収はとても困難なものである。いくつかのケースでは、オーバーラップにより、メッセージを区別することさえ困難であった。

2.1 特別な利益を提供する技術的アプローチ

これまで、衛星により受信した全ての信号を復号化するためには GMSK (ガウスミニマムシフトキーイング) 復調と組み合わせた標準 VHF 受信機を使用することが一番の解決法である (専用アンテナを持つ標準 AIS 無線ターミナルの使用が不可欠)。メッセージの衝突問題を扱う場合、関心を持つ海域上で長期間、かつ頻繁に観察を行うことが必要となる。船舶の密度が低い海域では、メッセージが衝突する可能性は低く、この方法により適切な能

力を提供できる。

図1 きれいな非オーバーラップ AIS 信号（上図）と衝突した AIS 信号（下図）の比較

データは COM DEV NTS 衛星により収集されたものである。ピークは AIS の船舶送信を示している。

アンテナの電波到達範囲は、船舶の探知数を増加できる別な方法である。しかし、同時に見通しセルを減少させる原因となり、全世界的に提供できるカバーエリアが増加する一方で、全てのセルを観察下に置く時間を減少させる。船舶の AIS 送信率は様々であり、2 秒ごとに頻りに送信されるものから、3 分毎でほとんど送信されないものがある。そのセルにおいて、全ての船舶から少なくとも 1 つのメッセージを確実に受信できるように、そのセルは見通し内に少なくとも 360 秒又はフットプリントが 2700km になければならない。この制約されるフットプリントでさえ、複数のセルのカバレッジの原因となり、高いメッセージの衝突が起きる可能性がある。

2.2 現在の困難を早期克服する新たな取り組み

COM DEV Ltd.は、実験用のシミュレーションと航空機を使用して、異なった観点からのアプローチ、開発、実験を行った [2]。これは、AIS 通信で宇宙空間からの AIS 信号の受信に必ず発生する衝突問題を扱うものである。この無線通信の目的は、人工衛星の通過による船舶探知レベルをかなり高いものにするためである。地上実験で成功した後、COM DEV は引き続き航空宇宙研究大学 (UTIAS/SFL) と共に NTS 衛星 (船舶追尾用ナノサテライト) の設計、開発作業を行い、打ち上げた (応答性宇宙空間プラットフォーム [3]) を使用し、COM DEV Ltd. AIS 無線通信を搭載する)。図 2 に示すように、NTS 衛星は宇宙空間からの低い AIS 信号を収集することができるように非常に有効なものである。

図 2 NTS 衛星の概観

非衝突プロセスは、当初宇宙空間からの観点で理論的に送信機の信号モデルからの入力を使用するものが開発された。このモデルは、飛行実験から得られたデータを使用するものに改良され、現在では NTS 衛星から受信した信号によるものに変更している。

その結果、商用受信機のアプローチに対し大幅に探知数が改善された。この対比を図 3 で示す。図 4 は、NTS 衛星からの全世界的 AIS 探知の図を示している。このイメージから全世界的な船舶通行レーンやふくそう海域を明確に描写することができる。

図3 90秒データセット間のCOM DEV Ltd. AIS無線（左）と商用受信機（右）の探知数比較

図4 NTS衛星からの総数23の90秒スナップショットによる全世界的な船舶の探知

この図には11631隻のクラスA船、52隻のクラスB船、2機のSAR航空機、160の基地局が含まれている。ゲートハウスソフトウェアがデータ表示に使用されている。

COM DEVのリアルワールド実験の結果は、かなりのレベルで忠実に早期シミュレートされ能力が証明された。これらの結果を市場調査した既存地上システムの性能と比較した。この比較により明らかになったことは、地上システムの目標となる視界領域（実際には陸上から75km未満）に対して、1つの衛星が通過する間に5000kmの領域の船舶を平均探知し提供する能力をもっている。

地上AISシステムは、連続的なカバーエリアの利点を持っており、沿岸付近では100%に近い探知率を持っている。それらは、かなり制約された電波到達距離でありカバーエリアは平方マイルあたりかなりのハイコストとなる欠点がある。宇宙空間からのAIS（AIS-S）は、平方マイルあたりのカバーエリアは低コストであり、平均探知能力を比較すると完全に全世界をカバーして提供できる長所を持っている。欠点である低い探知能力は、陸上局のものに近づいており、断続的な船舶の更新が唯一の問題として残っている。それゆえ、AIS-S及び地上システムは、共に海上ドメインの認識のために包括的に必要とされることを意味し、他ではできない特徴をそれぞれが提供する。

3 宇宙空間からのAIS受信により生じるビジネス問題

全世界的AIS-Sを提供するシステムの開発は、大事業でありかなり高額な投資が必要となる。歴史的には、その様なシステムは、政府の宇宙当局で提供されているものだけである。これは、衝突問題を解決するためにそれぞれの衛星のカバーエリアの限界に依存することであり、特にシステム設計に言えることである。そのようなシステムは、その時点で、適切な船舶更新率を提供するために、かなり多くの衛星を配置しなければならない。これは、すべてのAIS-Sシステムに関しサービスの品質を決定するための基本的な得失評価である。

COM DEVは、全世界的なAISイメージについて広範囲なユーザーニーズや潜在的要望の調査を実施している。この調査により、明らかになった主要ニーズは：

- 1) 各船舶からの頻繁な更新 - (船舶のリフレッシュレート)
- 2) 高い補足率 - 地上システムと比較して同等又は良好となるような通過する間の船舶視認能力
- 3) データのセキュリティーと品質 - 過去の船舶追尾データは、繊細でありかつ価値ある

ものであり、不注意な考えにより配信すべきではない。

4) 環境事故調査やその他のアプリケーションに必要な過去の船舶追尾へのアクセス

これまで、これら必要条件のはじめの二項目は、衝突問題を解決するために必要とされる膨大な衛星系の配置に必要な高額な費用のために商用では不可能と考えられてきた。唯一の解決法として、他の目的で設計された衛星を標準 AIS - S 受信機として従事させるシステムが考えられた。これは、AIS-S の配置を低コストにすることができる一方で、市場の必要条件を直接扱うことはできず、本来のトレードオフは、常に様々な主要配備ミッションを扱うことになる。

前に説明した COM DEV テクノロジーを使用することで、より小さい衛星群で市場ニーズを満足するに相応しいものになる。特に 1、2 時間オーダーの迅速な船舶更新率は、ごく少数の低コスト衛星で達成できる（依然として高キャプチャー率を提供する）全て手ごろな費用で。

後半の 2 つのマーケットニーズは、スペースセグメントでは扱わないが、実行する地上セグメントの質により扱う。AIS-S データの全ての無線通信は、末端から末端まで暗号化されなければならない。データは許可を受けたユーザーのみに提供されなければならない。国際的合意と理解に一致したユーザーに許可される。過去の航跡のデータベースは確実な設備で長期間保護されなければならない。

AIS-S プロバイダーは、これらのマーケットニーズを十分満足するために、そのシステムの開発、方針、手続きについて追加投資を行う必要があり、データセキュリティの確実なデモンストレーションを実施しなければならない。

この投資は、技術的、経済的、運用的チャレンジを示しており、それ自体が衛星の配置とほとんど同じ複雑なものになっている。特にソフトウェア及びデータベースの解決が、物理的セキュリティや信頼性を確保するための高い信頼性を持った地上施設と共に、表示能力を提供することが必要とされている。

つまり、完全に徹底した解決が、AIS-S マーケットのニーズを満足できる。

消費者の観点から、政府の海事当局は、AIS-S の主要ユーザーを代表するものである。沿岸警備隊、海軍、環境庁及び水産省は、現在可能なものよりも海上ドメインのより完全な状況を強く必要としている。AIS-S から利益を得ることができる多くの商業用アプリケーションが新たに出現しているが、商業用アプリケーションが、データセキュリティを確実に保持できるように注意深くなる可能性がある一方で、多くのアプリケーションが懸念を生じさせること無く残されたままである。

1つの例として、船主の認可を得た保険会社が、航海中の船舶確認や船舶の損傷や消失した場合に、過去の船舶の航跡を追尾するために独立した手段を要望することが考えられる。

オーナーにとって自船を追尾するために、他の多くの既存する無線通信手段について検討することは重要なことである。これらの手段には、イリジウム、インマルサット、及びその他のものが含まれている。船舶の正確な通報を単独で確認することは、かなり困難である。同様に、沿岸警備隊のような第三者にとって、その海域の船舶の追尾や無線通信を行う行為は困難である。

LRIT（長距離識別追尾システム）は、国際海事機関が率先しているもので、特に宇宙空間の資産を活用したメカニズムで設計された断続的な通報を提供するものである。潜在的なユーザーについて考察すると、AIS-Sは、LRITシステムの目的を高め支援する補完的なシステムとして位置づけられる。AIS-Sは追加情報（例えばコースやスピード）を提供し、多くの海上アプリケーションに価値あるものとなる。AIS-Sは、ポーリングの必要が無く、頻繁に更新情報を提供できる。一方LRITは、ほぼ全ての政府により受諾された長距離通報用の世界的標準である。基本的なドメイン認識を6時間毎に行い、必要により船舶をポーリングする能力を持っている（変動費で未知のものであるが）。

ほとんどのインタビューを受けた潜在的顧客は、その国内でのLRIT開発の状況に関わらず運用できる独立した検索能力を提供できるものとしてAIS-Sを見ている。両システムは必要とされており、相互的に支援する価値を市場に提供している。

データサービスの価格は、常に重要なチャレンジとなる。国際的に簡単で公平であることが重要である。多くの無線通信事業者は、かなり複雑な支払いシステムの実施を試み失敗している。とはいえ、全世界的AIS-Sが目的とする価値はかなり高い。もし総合的な解決策がこの資料で示す費用対効果技術を使用して開発することができれば、有望な商業的解決法が実行可能となる。このマーケットで扱われている解決法はおそらく、そのシステムを配備するために税金を使用して政府の必要性を除去することができ、政府間／各省庁間の航空宇宙海上計画よりも早くマーケットにAIS-Sを潜在的に導くことができる可能性がある。

4 結論

結論として、AIS-Sは、これまでにいくつかの技術的な問題に直面してきたが、衛星の配置に莫大な投資をすることである程度解決できた。COM DEVは、信号衝突の問題の中核についてコスト効率上手く扱った強力な技術の組み合わせで開発した。現在ではこれらの技術はリアルワールドスペースアプリケーションとして証明されており、技術的で経済的に

適した商業 AIS-S を提供する施設を作っている。商業 AIS-S サービスを提供するための開発や運用は、衝突のない信号受信の問題を解決するために、初期のものをはるかに超えた手ごわい挑戦となり、総合的問題の解決を必要とする。一旦、衛星で補足された AIS-S データは、その業務は費用効率のよい方法で地上の中央保管所に送信されなければならない。データは主として世界のあらゆる場所の船舶からのメッセージにアクセスできるよう許可を受けたユーザーに提供できるように保管される。データは処理され、保管され、送られ、タグを付けられ、品質をチェックされ、そして許可されたユーザーに配信されなければならない。この全世界的なネットワークは、監視され、連続して維持されなければならない、サポートを世界中のユーザーが利用できなければならない。必然的な問題が発生した場合は、ユーザーはシステムオペレーターに対し直ちに問い合わせ、問題を連絡して、タイムリーな対応を必要とする。

高品質な AIS-S ビジネスは、完全なサービスを提供するためにこれらの全ての要因を扱わなければならない。包括的な手段により、AIS-S は、多くの生命の保存、国境防御の支援、環境の保護、全世界的な 80 億ドルの海上貿易産業を効率的にする可能性を持っている。