
**PHÂN TÍCH CÁC PHƯƠNG THỨC ĐA TRUY NHẬP
PHÂN CHIA THEO THỜI GIAN SỬ DỤNG TRONG HỆ THỐNG
TỰ ĐỘNG NHẬN DẠNG
ANALYSING THE MODES OF TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS (TDMA)
IN AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS)**

TS. TRẦN XUÂN VIỆT
Khoa Điện-Điện tử tàu biển, Trường ĐHHH

Tóm tắt:

Bài báo giới thiệu tóm lược nguyên lý hoạt động của Hệ thống tự động nhận dạng (AIS), đi sâu phân tích các phương thức đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA) được sử dụng trong Hệ thống.

Abstract:

The article presents a summary of the principle of Automatic Identification System (AIS), and goes further into the modes of Time Division Multiple Access (TDMA) used in the system.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

AIS (Automatic Identification System) là hệ thống tự động nhận dạng, được tạo ra để giám sát các tàu từ các tàu khác, hoặc từ các trạm bờ gốc. AIS sử dụng màn chỉ báo radar và hải đồ điện tử để theo dõi, giám sát các tàu. Mỗi tàu được trang bị thiết bị AIS sẽ được biểu diễn trên màn chỉ báo bằng một vector vận tốc (gồm tốc độ và hướng tàu). Bằng cách CLICK vào mục tiêu trên màn hình người ta có thể biết được tên tàu, hải trình và tốc độ, loại tàu, hô hiệu, số đăng ký của tàu, MMSI, và một số thông tin khác liên quan đến tàu. Các tàu sẽ liên tục phát các bức điện ngắn để thông báo cho hệ thống biết những thông tin trên. Ngoài ra còn có các thông tin vận động như đích gần nhất (CPA), thời gian đến đích gần nhất (TCPA) cùng các thông tin hàng hải khác với sự chính xác cao và kịp thời. Các tàu được trang bị AIS có thể cập nhật được các thông tin mà trước đây chỉ những trung tâm khai thác dịch vụ lưu lượng tàu biển (VTS) mới có, đồng thời ở bất kỳ nơi nào trên thế giới, các tàu cũng có thể tự động định dạng và kiểm tra lẫn nhau mà không cần thông qua các trạm bờ. Các trạm bờ sẽ lấy được các thông tin tương tự từ các trạm AIS tàu trên dải sóng VHF trong khu vực phủ sóng của nó khi thực hiện giám sát các khu vực ven biển và cảng biển.

Hệ thống AIS là một hệ thống phát quảng bá trên tàu đóng vai trò như một thiết bị phát đáp làm việc trong dải sóng VHF hàng hải, nó có khả năng xử lý tốt trên 4.500 thông báo mỗi phút và tự động cập nhật thông tin thường xuyên có thể đến 2 giây một lần. AIS sử dụng phương thức đa truy nhập phân chia theo thời gian tự thích nghi (SOTDMA- *Self Organizing Time Division Multiple Access*) để phù hợp với tốc độ phát cao và đảm bảo độ tin cậy hoạt động giữa tàu với tàu (*Hình 1*).

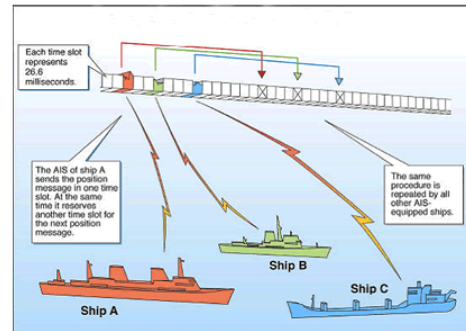
2. NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG AIS

Hệ thống AIS thường làm việc ở chế độ tự động và liên tục dù nó đang trong các vùng cửa biển, ven biển hay hải đảo. Việc phát dữ liệu sử dụng điều chế GMSK FM với tốc độ điều chế 9.6 kbps trên các kênh có độ rộng 25 kHz hoặc 12.5 kHz, cùng các giao thức gói HDLC (High - level Data Link Control - điều khiển liên kết dữ liệu bậc cao). Hệ thống tự động giải quyết việc tranh chấp giữa nó và các trạm khác, toàn bộ thông tin được bảo đảm ngay cả trong các trường hợp quá tải.

Mỗi trạm sẽ tự động xác định khe thời gian truyền của chính nó, dựa vào chuỗi thông tin thu được trước đó và hoạch định tiếp theo của các đài khác. Một thông báo về vị trí từ trạm AIS được đặt vào một trong 2250 khe thời gian kéo dài trong 60 giây. Các trạm AIS đồng bộ liên tục giữa chúng và các trạm khác để tránh chồng lấn khe thời gian trong quá trình truyền dữ liệu. Khe thời gian được chọn ngẫu nhiên bởi trạm AIS và thời gian hết hạn sử dụng ngẫu nhiên từ 0 đến 8

frames. Khi một trạm thay đổi phân bố khe thời gian của nó phải thông báo lại vị trí mới và thời gian hết hạn sử dụng tại khe thời gian đó. Theo cách thức này, khi một trạm mới vào mạng, lập tức nó sẽ nằm trong dải tần số vô tuyến của các trạm khác và sẽ được thu bởi các trạm đó.

Khả năng đáp ứng các thông báo của tàu theo chuẩn của IMO tối thiểu là 2000 khe thời gian/phút, hệ thống này cung cấp 4500 khe thời gian/phút. Chế độ SOTDMA cho phép được quá tải từ 400 – 500 % thông qua việc chia sẻ các khe thời gian và vẫn cung cấp hầu hết thông tin cho các tàu ở gần hơn 8 – 10 hải lý. Trong trường hợp hệ thống quá tải thì những mục tiêu ở xa sẽ bị bỏ đi để lại các mục tiêu hàng hải gần nhất. Thực tế, dung lượng của hệ thống là không giới hạn, cho phép một số lượng lớn các tàu được điều tiết trong cùng một thời điểm.



Hình 1. Mô tả phương thức đa truy nhập phân chia theo thời gian sử dụng trong AIS

Hệ thống AIS hoạt động được ở các chế độ:

- “Tự động và liên tục” hoạt động trong tất cả các khu vực và chế độ này phải có khả năng chuyển đổi từ/tới một trong các chế độ xen kẽ dưới đây;
- Chế độ “án định” hoạt động trong các khu vực mà nhà chức trách chịu trách nhiệm kiểm tra lưu lượng như thời gian phát dữ liệu và/ hoặc các khe thời gian có thể được đặt từ xa bởi nhà chức trách.
- Chế độ “thăm dò” hay chế độ được điều khiển mà việc truyền dữ liệu xảy ra khi đã nhận được phản hồi từ một tàu hoặc nhà chức trách.

3. CÁC PHƯƠNG THỨC TDMA ĐƯỢC SỬ DỤNG TRONG HỆ THỐNG AIS

Hệ thống nhận dạng tự động AIS là một hệ thống thông tin mang tính quảng bá, bởi vậy vấn đề điều khiển truy nhập đến kênh dùng chung là vô cùng quan trọng. Có 4 phương thức đa truy nhập phân chia theo thời gian TDMA (*Time Division Multiple Access*) được sử dụng trong hệ thống AIS, đó là:

- Phương thức TDMA tăng cường (Incremental TDMA – ITDMA).
- Phương thức TDMA truy nhập ngẫu nhiên (Random access TDMA - RATDMA).
- Phương thức TDMA truy nhập ấn định (Fixed access TDMA – FATDMA).
- Phương thức TDMA tự thích nghi (Self organizing TDMA – SOTDMA) .

Trong đó SOTDMA là phương thức cơ bản được sử dụng cho để phát thông tin có tính chất lặp lại theo chu kỳ từ một trạm tự động. Khi tốc độ cập nhập phải thay đổi hoặc một bức điện không lặp lại, có thể sử dụng các phương thức truy nhập khác.

3.1. Phương thức TDMA tăng cường (Incremental TDMA – ITDMA)

Phương thức ITDMA cho phép một trạm thông báo trước khe thời gian phát của bức điện có đặc tính không lặp lại với một ngoại lệ: trong suốt cổng vào mạng liên kết dữ liệu, các khe thời gian ITDMA phải được đánh dấu để chúng được dành riêng một khung bổ sung. Điều này cho phép một trạm thông báo trước các sự chỉ định của nó cho hoạt động tự động và liên tục.

ITDMA được sử dụng trong 3 trường hợp:

- Cổng vào mạng liên kết dữ liệu.
- Khi có các thay đổi mang tính chất tạm thời và khi phát với tốc độ thông báo theo chu kỳ.
- Khi muốn thông báo trước các bức điện liên quan đến an toàn.

Thuật toán truy nhập ITDMA

Một trạm có thể bắt đầu việc phát ITDMA của nó bằng cách thay thế một khe thời gian đã được chỉ định phương thức đa truy nhập phân chia theo thời gian tự thích nghi (SOTDMA) hoặc bằng cách chỉ định một khe thời gian không báo trước mới sử dụng phương thức đa truy nhập phân chia theo thời gian ngẫu nhiên (RATDMA). Khi chọn một trong hai cách đó thì ta có khe thời gian ITDMA đầu tiên.

Khe thời gian phát đầu tiên, trong suốt cổng vào mạng liên kết dữ liệu, phải được chỉ định sử dụng RATDMA. Khe thời gian này sau đó sẽ được sử dụng cho việc phát ITDMA đầu tiên.

Khi các tầng cao hơn yêu cầu một sự thay đổi mạng tính tạm thời tốc độ thông báo hoặc cần phát một bức điện liên quan đến an toàn thì ở chu kỳ tiếp theo khe thời gian SOTDMA có thể được làm trống lại để sử dụng cho một việc phát ITDMA.

Trước khi phát khe thời gian đầu tiên ITDMA, trạm chọn ngẫu nhiên khe thời gian ITDMA theo sau kế tiếp và tính toán phần bù (offset) liên quan cho vị trí đó. Offset này sẽ được đưa vào trạng thái thông tin ITDMA. Các trạm thu có thể đánh dấu khe thời gian được chỉ định bởi offset này như được chỉ định bên ngoài. Trạng thái thông tin được phát như một phần của việc phát ITDMA. Trong suốt cổng vào mạng, trạm cũng chỉ ra rằng các khe ITDMA đó được dành riêng một khung dữ liệu bổ sung. Tiến trình chỉ định các khe thời gian sẽ kéo dài theo yêu cầu. Trong khe thời gian ITDMA cuối cùng offset liên quan được đặt bằng 0.

Các thông số ITDMA

Ký hiệu	Mô tả	Cực tiểu	Cực đại
LME.ITINC Slot increment (khe thời gian tăng cường)	Khe thời gian tăng cường được sử dụng để chỉ định một khe phía trước trong khung. Nó là một phần bù tương đối từ khe thời gian phát hiện tại. Nếu nó được đặt là 0 thì ITDMA không được chỉ định hơn.	0	8191
LME.ITSL Number of slots (Số lượng khe thời gian)	Cho biết số lượng các khe thời gian liên tiếp được chỉ định bắt đầu tại khe thời gian tăng cường.	1	5
LME.ITKP Keep flag (Cờ giữ)	Cờ này được đặt ở TRUE nếu các khe thời gian hiện tại cũng được dành riêng trong khung kế tiếp, được đặt ở FALSE nếu các khe được chỉ định ở trạng thái tự do ngay sau khe phát.	FALSE = 0	TRUE = 1

3.2. Phương thức TDMA truy nhập ngẫu nhiên (Random access TDMA - RATDMA)

Phương thức truy nhập ngẫu nhiên RATDMA được sử dụng khi một trạm cần chỉ định một khe thời gian không được thông báo trước. Điều này thường được thực hiện cho khe thời gian phát đầu tiên trong suốt cổng vào mạng liên kết dữ liệu hoặc cho các bức điện có đặc tính không lặp lại.

Thuật toán RATDMA

Phương thức truy nhập RATDMA sử dụng một thuật toán xác suất bền bỉ (p - persistent). Các bức điện sử dụng phương thức truy nhập RATDMA được lưu trữ theo mức ưu tiên first – in – first – out (FIFO). Khi một khe thời gian dự trữ đã được nhận biết, trạm chọn ngẫu nhiên một giá trị xác suất (LME.RTP1) giữa 0 và 100. Giá trị này được so sánh với xác suất hiện tại cho việc phát (LME.RTP2). Nếu LME.RTP1 \leq LME.RTP2 thì việc phát sẽ được thực hiện trong khe thời gian dự trữ. Nếu không, LME.RTP2 sẽ được bù với một số gia xác suất (LME.RTP1) và trạm chờ đến khe thời gian dự trữ kế tiếp trong khung.

Khoảng thời gian chọn lựa (SI) của RATDMA là 150 slots tương đương với 4s. Việc đặt khe thời gian dự trữ được chọn trong phạm vi SI để việc phát diễn ra trong vòng 4s. Mỗi thời gian đó một khe thời gian dự trữ được đưa vào và áp dụng thuật toán xác suất bền bỉ p – persistent. Nếu thuật toán xác định rằng việc phát bị giới hạn thì thông số LME.RTCSC được giảm đi một và LME.RTA được tăng lên một.

LME.RTCSC cũng có thể được giảm như một kết quả của trạm khác chỉ ra một khe thời gian dự trữ. Nếu LME.RTCSC + LME.RTA < 4 thì việc chọn khe thời gian dự trữ sẽ được bổ sung một khe thời gian mới trong phạm vi khe thời gian hiện tại và LME.RTES theo sau khe thời gian được chọn tiêu chuẩn.

Các thông số RATDMA

Ký hiệu	Mô tả	Min	Max
LME.RTCSC Candidate slot counter (Bộ đếm khe thời gian dự trữ)	số khe thời gian có sẵn hiện tại trong số các khe dự trữ. Chú ý: giá trị ban đầu luôn là 4 hoặc lớn hơn, tuy nhiên trong suốt chu kỳ của thuật toán xác suất bền bỉ p – persistent giá trị này có thể được giảm xuống dưới 4.	1	150
LME.RTES End slot (Khe kết thúc)	Được định nghĩa là khe thời gian cuối cùng trong khoảng thời gian chọn lựa SI ban đầu là 150 slots phía trước.	0	2249
LME.RTPRI Priority (mức ưu tiên)	Mức ưu tiên được áp dụng nếu có nhiều bức điện xếp hàng cần phát đi. Mức ưu tiên cao nhất khi LME.RTPRI thấp nhất. Các bức điện liên quan đến an toàn có mức ưu tiên dịch vụ cao nhất.	1	0
LME.RTPS Start probability (Xác suất khởi đầu)	Mỗi thời gian một bức điện mới được phát, LME.RTP2 phải được đặt cân bằng với LME.RTPS. LME.RTPS phải cân bằng với $100/LME.RTCSC$. Chú ý: LME.RTCSC được đặt là 4 hoặc hơn vào lúc đầu do đó LME.RTPS có một giá trị cực đại là - 25 ($100/4$)	0	25
LME.RTP1 Derived probability (Xác suất nhận được)	Xác suất phát dữ liệu được tính toán trong khe thời gian dự trữ kế tiếp. Nó phải \leq LME.RTP2 khi phát và được chọn ngẫu nhiên cho mỗi lần phát thử.	0	100
LME.RTP2 Current probability (Xác suất hiện tại)	Xác suất phát hiện tại sẽ xảy ra trong khe thời gian dự trữ kế tiếp.	LME.RTPS	100
LME.RTA Number of attempts (số lần thử)	Giá trị ban đầu được đặt là 0. Giá trị này được tăng lên bởi mỗi một thời gian thuật toán p – persistent xác định rằng một việc phát không xảy ra.	0	149
LME.RTPI Probability increment (Số gia xác suất)	Mỗi thời gian thuật toán xác định việc phát không xảy ra, LME.RTP2 được tăng một lượng LME.RTPI và nó phải cân bằng với $(100 - LME.RTP2)/LME.RTCSC$	1	25

3.3. Phương thức TDMA truy nhập ấn định (Fixed access TDMA – FATDMA)

Phương thức truy nhập ấn định FATDMA chỉ được sử dụng bởi các trạm gốc. FATDMA được dùng để chỉ định các khe thời gian cho những bức điện có đặc tính lặp lại.

Thuật toán FATDMA

Truy nhập tới liên kết dữ liệu đạt được khi tham chiếu khung (frame) khởi đầu. Mỗi sự chỉ định được nhà chức trách định trước cấu hình và không được thay đổi trong suốt quá trình hoạt động của trạm cho đến khi cấu hình được định lại ngoại trừ trường hợp có một giá trị hết hạn sử dụng (time – out) khác. Thiết bị thu các bức điện FATDMA được đặt một giá trị time – out là 3 phút để xác định khi khe thời gian FATDMA tự do, giá trị 3 phút time – out này được đặt lại sau mỗi lần thu điện.

Các thông số FATDMA

Ký hiệu	Mô tả	Min	Max
LME.FTST Start slot (khe bắt đầu)	Là khe đầu tiên được trạm sử dụng	0	2249
LME.FTI Increment (Số gia)	Số gia tới khối kế tiếp của các khe thời gian được chỉ định. Một số gia là 0 chỉ ra rằng trạm phát một thời gian trên một khung trong khe khởi đầu.	0	1125
LME.FTBS Block size (Cỡ khối)	Cỡ khối được cố định. Xác định số cố định các khe thời gian liên tiếp nhận được từ mỗi số gia.	1	5

3.4. Phương thức TDMA tự thích nghi SO - TDMA

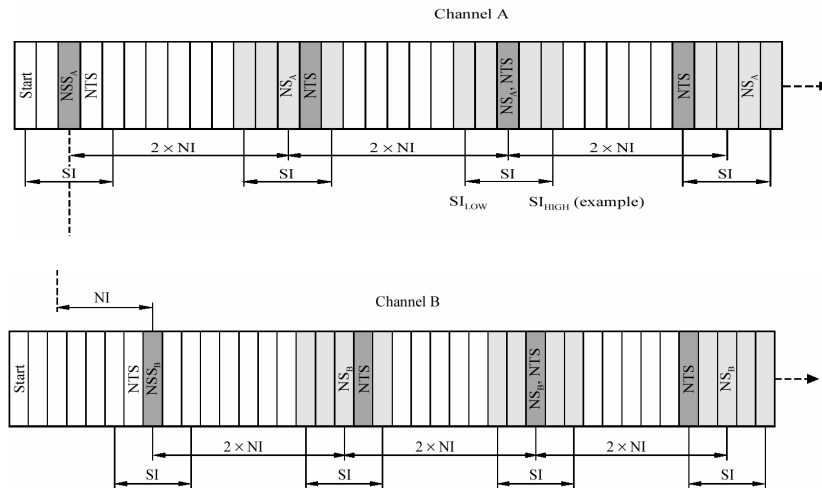
Phương thức truy nhập SOTDMA được sử dụng cho các trạm di động hoạt động trong chế độ tự động và liên tục. Mục đích của phương thức truy nhập là cung cấp một thuật toán truy nhập giải quyết nhanh chóng xung đột mà không cần sự can thiệp từ các trạm điều khiển. Các bức điện sử dụng phương thức truy nhập SOTDMA có thể có đặc tính lặp lại và được sử dụng để cung cấp một hình ảnh giám sát được cập nhật liên tục tới những người sử dụng khác của liên kết dữ liệu.

Các thông số SO – TDMA

Ký hiệu	Mô tả	Min	Max
NSS Nominal start slot (khe thời gian bắt đầu danh định)	Đây là khe thời gian đầu tiên được một trạm sử dụng để thông báo tình trạng của nó trên liên kết dữ liệu. Các việc phát lặp lại khác thường được chọn với NSS như một tham chiếu. Khi việc phát cùng tốc độ thông báo R_r được sử dụng trên các kênh A và B, NSS cho kênh B thứ hai được bù từ NSS của kênh thứ nhất bằng một số gia danh định NI; $NSS_B = NSS_A + NI$	0	2249
NS Nominal slot (khe thời gian danh định)	Khe này được sử dụng như một trung tâm xung quanh các khe được chọn cho việc phát các thông báo vị trí. Với lần phát đầu tiên trong khung, NSS và NS cân bằng. NS khi chỉ sử dụng một kênh là: $NS = NSS + (n \times NI)$; ($0 \leq n < R_r$). Khi việc phát sử dụng 2 kênh A và B, sự phân chia slot giữa các NS trên mỗi kênh được nhân đôi và được bù bởi NI : $NS_A = NSS_A + (n \times 2 \times NI)$; với $0 \leq n < 0.5 \times R_r$ $NS_B = NSS_A + NI + (n \times 2 \times NI)$; với $0 \leq n < 0.5 \times R_r$	0	2249
NI Nominal increment (Số gia danh định)	NI được đưa ra trong số các slots và nhận được từ sự cân bằng dưới đây : $NI = 2250/R_r$	75	1225
Rr Report rate (Tốc độ thông báo)	Rr là số thông báo vị trí nhận được trên một khung. Khi một trạm sử dụng một tốc độ thông báo < 1 thông báo/khung, ITDMA sẽ được chỉ định sử dụng, còn nếu hơn sẽ sử dụng SOTDMA.	1/3	30
SI Selection interval (khoảng thời gian chọn lựa)	SI là sự chọn lựa các slots có thể dự trữ với các thông báo vị trí. SI nhận được từ việc sử dụng cân bằng dưới đây: $SI = \{NS - (0.1 \times NI) \text{ to } NS + (0.1 \times NI)\}$	$0.2 \times NI$	$0.2 \times NI$
NTS Nominal transmission slot (Khe thời gian phát danh định)	Slot trong phạm vi một khoảng thời gian chọn lựa được sử dụng hiện tại cho việc phát trong khoảng thời gian đó.	0	2249
TMO_MIN Minimum time – out (Thời gian hết hạn sử dụng cực tiểu)	Số cực tiểu các khung mà một chỉ định SOTDMA sẽ chiếm một slot riêng.	3	3
TMO_MAX Maximum time – out (thời gian hết hạn sử dụng cực đại)	Số cực đại của các khung mà sự chỉ định SOTDMA sẽ chiếm một slot riêng.	TMO_MIN	8

Thuật toán SO - TDMA

Hình vẽ dưới đây mô tả vị trí khe truy nhập sử dụng SOTDMA với mẫu tốc độ thông báo sử dụng 2 kênh A và B.



NI : số gia danh định - *nominal increment* ($= 2250/R_r$)

NSS : khe thời gian bắt đầu danh định - *nominal start slot* (cổng vào mạng hoặc thay đổi tốc độ thông báo)

NS : khe thời gian danh định - *nominal slot* ($= NSS + (n \times 2 \times NI)$, $0 \leq n < 0.5 \times R_r$)

SI : khoảng thời gian chọn lựa - *selection interval* ($= 0.2 \times NI$)

SI_{LOW} : giới hạn trước của SI - low bound of SI ($= NS - 0.1 \times NI$)

SI_{HIGH} : giới hạn sau của SI - high bound of SI ($= NS + 0.1 \times NI$)

NTS : Khe thời gian phát danh định - *nominal transmission slot* (chọn từ các khe dự trữ trong phạm vi SI).

NSS_B = NSS_A + NI (thay đổi hiệu quả tại NTS của kênh B kế tiếp).

4. KẾT LUẬN

Mục đích của hệ thống AIS là cho phép trao đổi tự động các thông tin trên tàu từ các thiết bị cảm biến của tàu, bao gồm dữ liệu tĩnh, dữ liệu động, dữ liệu liên quan đến chuyến đi giữa tàu với tàu và giữa tàu với bờ. Hoạt động trên cùng một kênh tần số, việc sử dụng các phương thức đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA) tự thích nghi đảm bảo cho hệ thống hoạt động có hiệu quả cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1]. Nguyễn Thúc Hải, *Mạng máy tính và hệ thống mở*, NXB Giáo dục, 1999.
- [2]. Bùi Thiện Minh, *Vi ba số (tập 1)*, NXB Bưu điện, 2000.
- [3]. IMO, *Guidelines for the installation of a shipborne Automatic Identification System (AIS)*, Circ.227, 2003.
- [4]. IALA, *Recommendation on The Provision Of Shore Based Automatic Identification Systems (AIS)*, Recommendation A-123, 2002.

Người phản biện: ThS. Nguyễn Ngọc Sơn