

**MẠNG BAYESIAN VÀ ỨNG DỤNG VÀO TÍNH TOÁN XÁC ĐỊNH
VỊ TRÍ LẮP ĐẶT BÁO HIỆU HÀNG HẢI
INTRODUCTION ABOUT BAYESIAN NETWORK AND APPLICATION
IN CALCULATING AND DETERMINING THE PLACEMENT OF AIDS TO
NAVIGATION**

KS. NGUYỄN XUÂN THỊNH
Khoa Công trình thủy, Trường ĐHHH

Tóm tắt:

Hiện nay nền công nghệ thông tin đã và đang có những phát triển vượt bậc, nó đã mở ra hàng loạt các triển vọng mới liên quan tới các mô hình toán học trong lĩnh vực hỗ trợ an toàn hàng hải. Mục đích của bài báo này sẽ đưa ra sự mô tả khái quát về hệ thống Bayesian, sau đó là ví dụ làm thế nào hệ thống này có thể ứng dụng trong việc an toàn hàng hải.

Abstract:

Today's informatics technology has been developing at a very high speed opened up a whole range of new possibilities in relation to mathematical modelling of engineering problems in field of Aids to safe Navigation. The purpose of this paper is to give a brief description of Bayesian network and then give an example of how these may be utilized in Aids to Navigation.

1. Giới thiệu chung

Bayesian Networks (BNs) được phát triển đầu tiên vào những năm 1970 ở đại học Stanford [1], BNs là mô hình đồ thị thể hiện mối quan hệ nhân quả giữa các biến. BNs chủ yếu dựa trên lý thuyết xác suất có điều kiện hay còn gọi là lý thuyết Bayes (Bayesian theory). BNs kết hợp hài hoà giữa lý thuyết xác suất và lý thuyết đồ thị để giải quyết hai vấn đề quan trọng: Tính không chắc chắn và tính phức tạp, được ứng dụng rộng rãi trong toán học và kỹ thuật [2], cùng với các lý thuyết khác như Logic (Fuzzy Logic), mạng Noron nhân tạo... BNs là phương pháp chủ yếu dựa trên xác suất có điều kiện để dự báo hoặc chuẩn đoán một sự việc, một vấn đề đã, đang và sắp xảy ra. Chẳng hạn trong quá trình khai thác các tuyến vận tải biển, để dự báo những vùng nguy hiểm cho một khu vực nào đó, ta dựa vào dữ liệu của các lần xảy ra tai nạn trước đó và những bằng chứng hiện tại liên quan, xây dựng mô hình BNs và từ đó ta có thể dự báo được có hay không việc xảy ra tai nạn và mức độ nguy hiểm như thế nào.

Trong lĩnh vực An toàn hàng hải, BNs dùng để dự báo, đánh giá những vị trí nên hay không nên lắp đặt các báo hiệu hàng hải cho phù hợp.

2. Cơ sở lý thuyết mạng Bayesian

2.1. Công thức Bayes

BNs dựa trên lý thuyết xác suất có điều kiện của Thomas Bayes, ông đã đưa ra quy luật cơ bản của xác suất, do đó gọi là công thức Bayes [3], [4]. Công thức cơ bản của lý thuyết xác suất Bayesian như sau:

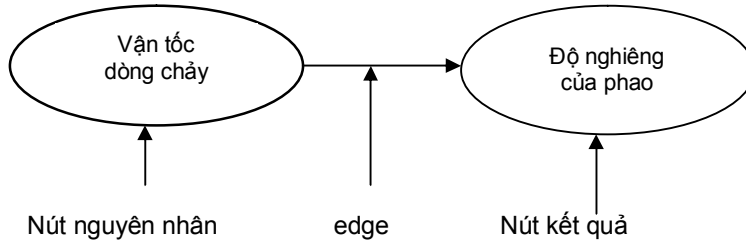
$$P(A/B) = P(B/A) \times \frac{P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

Trong đó: A và B là hai sự kiện có thể xảy ra và phụ thuộc với nhau. P(A) là xác suất của sự kiện A; P(B) là xác suất của sự kiện B; P(A/B) là xác suất có điều kiện của B khi biết trước A đã xảy ra; và P(B/A) là xác suất có điều kiện của A khi biết trước B đã xảy ra.

2.2. Cấu trúc mạng BNs

BNs là mô hình trực tiếp mà mỗi biến được đại diện bởi một nút (node), mối quan hệ nhân quả giữa hai biến đó được biểu thị bằng mũi tên được gọi "edge". Mũi tên hướng từ nút nguyên nhân "parent node" đến nút kết quả "child node", nút kết quả phụ thuộc có điều kiện vào nút nguyên nhân. Mỗi nút (hay là biến) có một trạng thái (state) tùy thuộc vào đặc trưng của biến đó,

cụ thể theo sơ đồ 1, nút "vận tốc dòng chảy" là nút nguyên nhân ảnh hưởng đến nút kết quả "độ nghiêng của phao" [4]



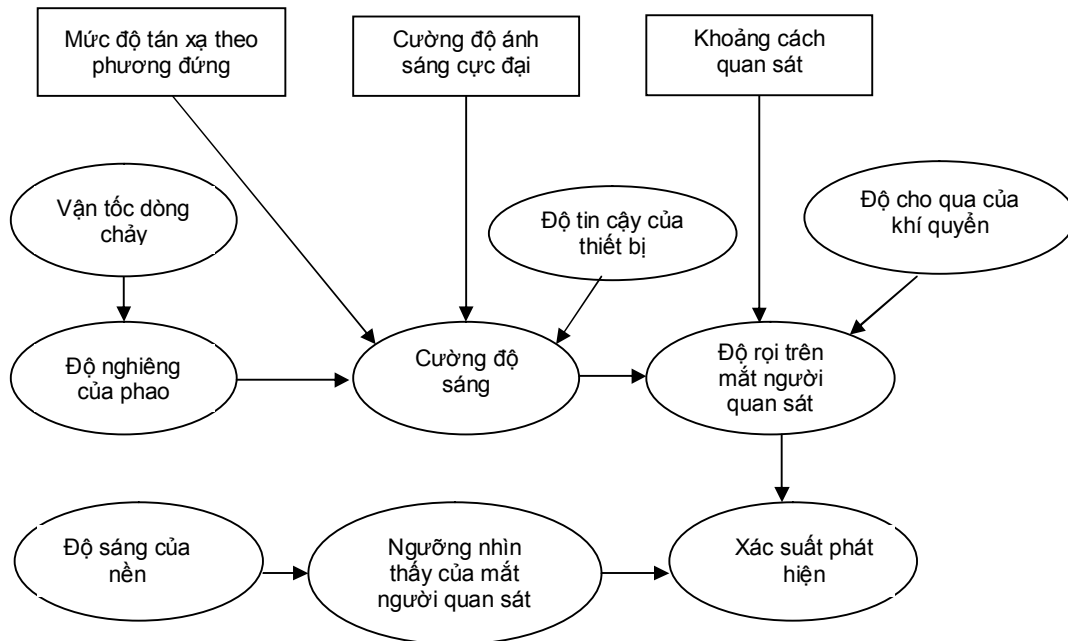
Hình 1. Mối quan hệ nhân quả giữa vận tốc dòng chảy và độ nghiêng của phao

Trong hệ thống báo hiệu bảo đảm an toàn hàng hải, cấu trúc BNs trình bày ở hình vẽ 2 thể hiện mối quan hệ đơn giản trong hệ thống Bayesian của các biến số khác nhau đến việc xác định ra vị trí báo hiệu hàng hải sao cho phù hợp.

Các hình Elip đại diện cho các điểm nút được mô tả trong biểu đồ xác suất thống kê của một biến số đặc trưng, còn các hình chữ nhật đại diện cho các nút mang tính quyết định cho các biến số khác nhau.

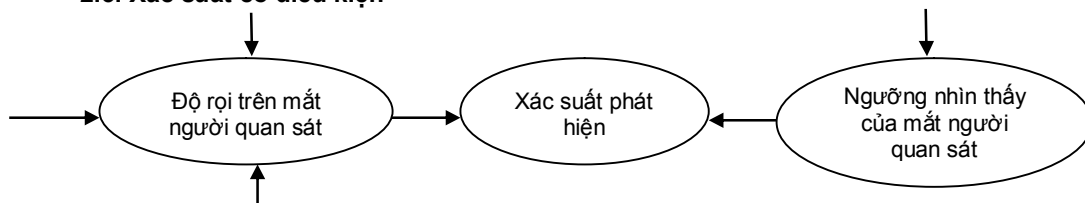
Một trong những điểm mạnh của hệ thống Bayesian là cho đến khi chúng ta thu thập và tìm kiếm đủ các dữ liệu thống kê của một biến số được đưa ra, thì chúng ta có thể đưa ra các tình huống một cách tạm thời dựa trên những giả định sơ bộ

khi các dữ liệu được đưa vào một cách đầy đủ thì tự động tại mỗi nút đó sẽ được cập nhật vào hệ thống. Một ưu điểm khác là nhiều biến số có thể được thêm vào bất cứ lúc nào tại các nút để tạo mối quan hệ giữa các nút với nhau.



Hình 2. Mô hình mạng Bayesian đơn giản cho xác định vị trí báo hiệu hàng hải thích hợp

2.3. Xác suất có điều kiện



Hình 3. Biểu thị xác suất xác định vị trí báo hiệu dựa trên mức độ kích thích của mắt với ngưỡng của mắt người quan sát.

Sơ đồ mạng Bayesian để tìm ra vị trí xác định vị trí báo hiệu hàng hải là một mô hình phức tạp, để phục vụ cho ví dụ trong bài báo này chúng ta xét đến cường độ ánh sáng của thiết bị báo hiệu kích thích trong mắt người quan sát với ngưỡng nhìn thấy của mắt người quan sát. Nếu cường độ ánh sáng kích thích nhỏ hơn ngưỡng của người quan sát thì vị trí báo hiệu tại vị trí đó coi như không có tác dụng, điều này được trình bày ở hình vẽ 3

2.3.1. Ngưỡng nhìn thấy của người quan sát

Ngưỡng nhìn thấy của người quan sát phụ thuộc vào cường độ chiếu sáng trong tầm nhìn của người quan sát, và cường độ chiếu sáng phụ thuộc vào thời gian trong ngày cũng như phụ thuộc vào điều kiện thời tiết, tại mỗi vị trí địa lý chúng ta chỉ có thể thống kê và đưa ra xác suất về độ sáng tại khu vực đó.

Bảng 2. Thể hiện xác suất xuất hiện cho từng độ sáng khác nhau

Giá trị độ sáng gần đúng của bầu trời gần đường chân trời cd/m ² (1952)		Giá trị xác suất giả định vào ban đêm
Điều kiện	Độ sáng (cd/m ²)	
Trời quang, 15 phút sau khi mặt trời lặn	1	0.05
Trời quang, 30 phút sau khi mặt trời lặn	0.1	0.05
Trời đêm có trăng	0.01	0.1
Trời đêm không có trăng	0.001	0.3
Trời đêm, nhiều mây không trăng	0.0001	0.5

Mối quan hệ giữa cường độ chiếu sáng và ngưỡng nhìn của mắt người quan sát được các thành viên IALA xây dựng vào năm 1974 [5]

$$E_T = 0.242 \times 10^{-6} \times (1 - \sqrt{0,4L})^2 \quad (2)$$

Trong đó:

L : Độ sáng

E_T : Ngưỡng của mắt người quan sát

Công thức trên có thể áp dụng cho tính toán ban ngày và ban đêm, và nó được ứng dụng tại nút tính toán ra ngưỡng nhìn.

2.3.2. Độ rọi trên mắt người quan sát (E)

Độ rọi trên mắt người quan sát (E) phụ thuộc vào khoảng cách quan sát D, độ cho qua khí quyển (V) và cường độ chiếu sáng I_o của nguồn sáng, mối quan hệ giữa chúng được IALA áp dụng như trong định luật Allard [6]

$$E = \frac{I_o \cdot 0,05^V}{2D} \quad (3)$$

Công thức này được sử dụng tại nút dùng cho độ rọi của mắt người quan sát, cường độ ánh sáng và độ cho qua khí quyển đều được xét đến ở mức độ có thể vì khoảng cách quan sát đạt được một giá trị thích hợp là từ một nút quyết định (xem hình vẽ 2), ở đây mạng Bayesian sẽ đưa ra các khoảng cách quan sát khác nhau và cuối cùng sẽ đưa ra một khoảng cách thích hợp nhất.

2.3.3. Cường độ sáng của nguồn sáng

Có 4 biến đầu vào của nút cường độ chiếu sáng là:

- Tán xạ theo phương đứng

- Cường độ chiếu sáng mạnh nhất
- Độ nghiêng của phao
- Mức độ tin cậy của thiết bị

Hai biến đầu vào đầu tiên người ta sẽ lựa chọn một trong số nhiều trạng thái cho những thời điểm khác nhau, còn hai biến còn lại là độ nghiêng của phao và mức độ tin cậy của thiết bị được xem xét là có thể xảy ra

Đối với nút mức độ tin cậy của thiết bị (Equipment Reliability) thì chỉ có thể xảy ra hai trường hợp là "hoạt động" và "không hoạt động", khả năng không hoạt động được giả định tùy ý là 0.003 tương ứng với mức độ 99%[7]. Khi thiết bị không hoạt động thì đồng nghĩa với việc cường độ chiếu sáng bằng không, lúc này cường độ chiếu sáng được đưa vào là chỉ duy trì biến đầu vào cho các nút.

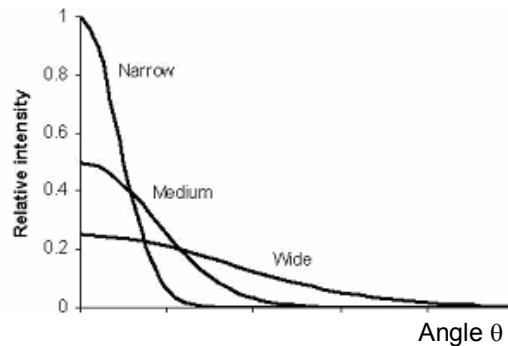
Có 3 trạng thái trệch hướng dọc được xác định qua bảng Gaussian sử dụng độ trệch hướng chuẩn σ từ bảng 3 và hình vẽ 4

Bảng 3. Ba trạng thái trệch hướng dọc với độ trệch tiêu chuẩn của bảng phân bố xác suất Gaussian

Mức độ tán xạ	Tán xạ (50%)	Độ lệch tiêu chuẩn
Narrow	5 ⁰	2.12
Medium	10 ⁰	4.24
Wide	20 ⁰	8.49

Góc nghiêng của phao biến đổi trực tiếp theo hướng dọc được minh họa bởi hình vẽ 4, và căn cứ vào sơ đồ 4 chúng ta thấy rằng cường độ chiếu sáng mạnh nhất được dùng để quyết định cường độ ánh sáng của nguồn sáng nhằm đạt được cường độ ánh sáng thích hợp tại khoảng cách đã định.

Như vậy sau khi tại các nút đã được thay vào các biến số khác nhau và thông qua mô hình mạng Bayesian ta sẽ tìm được những kết quả cuối cùng và chọn ra một xác suất phát hiện hợp lý nhất đồng nghĩa với việc ta lựa chọn ra một vị trí báo hiệu hàng hải phù hợp nhất tại khu vực cần nghiên cứu.



Hình 4 Các mức độ trệch hướng dọc được thể hiện thông qua giả thuyết Gaussian

2.5. Các bước xây dựng mô hình BNs

- Xác định các biến và trạng thái của chúng để đưa vào mô hình
- Xác định mối quan hệ "nhân - quả" giữa các biến dựa vào suy luận logic, dữ liệu gốc...
- Lập bảng xác suất có điều kiện ứng với mỗi sự kết hợp của biến nguyên nhân và bảng xác suất ban đầu của chúng, bảng xác suất có điều kiện có thể xác định từ kinh nghiệm của chuyên gia, hoặc từ kết quả của mô hình khác...
- Sau khi đã lập bảng xác suất có điều kiện, đưa vào phần mềm để tính toán.

2.6. Giới thiệu phần mềm Maple, Matlab

Maple, từ viết tắt của MATHematical PLEasure, được lập bởi trường Đại học Waterloo ở Canada vào năm 1981, Maple là một ngôn ngữ giải những bài toán về số học, đại số sơ cấp và tuyến tính, hình học giải tích, lượng giác, vẽ đồ thị, xác suất thống kê, tài chính và lập trình[12]. còn thuật ngữ Matlab là từ viết tắt của phần mềm Matrix LABoratory gồm những chương trình được xây dựng với định hướng vector và ma trận, trong Matlab mỗi lĩnh vực có một bộ câu lệnh, do đó người sử dụng có thể chọn trong đó một số phần tính có liên quan đến lĩnh vực của mình [13].

Trong bài báo này tác giả chỉ đề cập đến phần mềm Matlab và Maple có thể ứng dụng vào mạng Bayesian chứ không đi sâu vào giới thiệu hai phần mềm trên.

3. Các ứng dụng của mạng BNs

- Mạng BNs đã được ứng dụng để mô hình hoá kết quả rủi ro tai nạn trong công nghệ đường sắt ở Vương quốc Anh [8]
- Martin Neil & Norman Fenton đã ứng dụng BNs để dự báo chất lượng của phần mềm trong hội nghị hàng năm lần thứ 21 vào tháng 12 năm 1996 [9]
- Brian S.G.E. Sahely; David M. Baglay đã chuẩn đoán sự xáo trộn trong việc xử lý nước thải bị ô nhiễm bằng cách áp dụng mô hình BNs [10]
- Isabel Milho, Ana Fred, Jorge Albano, Nuno Baptista, Poulou Sena đã ứng dụng BNs để chuẩn đoán bệnh trong y học [11]

4. Kết luận

BNs được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Tuy nhiên trong Bảo đảm an toàn hàng hải, việc ứng dụng BNs còn nhiều hạn chế đối với cả thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Bài báo này, tác giả chủ yếu giới thiệu về mạng BNs, đề cập đến phạm vi áp dụng và phạm vi ứng dụng của nó.

BNs có thể được sử dụng trong quản lý dự án để dự báo, đánh giá rủi ro tai nạn trên biển và các rủi ro trong Bảo đảm an toàn đường biển, đường thủy...

Tác giả mong rằng, với sự phát triển mạnh mẽ và ưu điểm vượt trội, trong một tương lai gần BNs sẽ được đưa vào ứng dụng trong Bảo đảm an toàn hàng hải, nhất là việc lựa chọn tính toán xác định vị trí lắp đặt báo hiệu hàng hải sao cho phù hợp nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Wikipedia "Bayesian Probability" http://en.wikipedia.org/wiki/Bayesian_probability
- [2] "IALA Guideline 1035 To Availability and Reliability of Aids to Navigation, Edition 2, December 2004".
- [3] <http://www.hugin.com>
- [4] "IALA Recommendation for a definition of the nominal daytime range of maritime signal lights intended for the guidance of shipping by day", April 1974.
- [5] Allard E. "Memoire sur l'intensite' et la porte'e des phares", Imprimerie Nationale, Paris, 1876.
- [6] "IALA Recommendation O – 130 on Categorization and Availability Objectives for Short Range Aids to Navigation", Edition 1, December 2004.
- [7] "Morrison's equation", MIT Handouts by Prof. A.H. Tectet. <http://web.mit.edu/13.42/www/handouts/reading-morrison.pdf>
- [8] "IALA Recommendation E- 107 on the design of normal moorings", May 1998.
- [9] "IALA Recommendation for the calculation of the effective intensity of a rhythmic light", November 1980
- [10] Bayesian Networks as a Decision Support Tool in Marine Applications, PHD Thesis by Andreas Friis-Hansen, Department of Naval Architecture and Offshore Engineering, Technical University of Denmark, December 2000
- [10] " A Brief Introduction to Graphical Models and Bayesian Networks", Kevin Murphy, 1998. <http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Bayes/bnintro.html>
- [12] Google's list of Bayes net software: http://directory.google.com/Top/Computers/Artificial_Intelligence/Belief_Networks/Software/
- [13] Bài giảng hướng dẫn sử dụng phần mềm MAPLE - PGS, TS LÊ ĐỨC TOÀN.

Người phản biện: TS. Đào Văn Tuấn