

# Phát hiện thời điểm chuyển trạng thái từ thức sang ngủ ở người trưởng thành

Lê Quốc Khải, Đinh Thị Ngọc Ánh, Trần Hoàng Bảo, Huỳnh Quang Linh

**Tóm tắt** — Giấc ngủ là rất quan trọng cho sức khỏe của con người. Phân tích bản ghi đa ký giấc ngủ - Polysomnography (PSG) giúp ta thu được những thông tin có giá trị để đánh giá chất lượng giấc ngủ. Nghiên cứu xây dựng một chương trình tự động phát hiện sự chuyển trạng thái từ thức sang ngủ ở người trưởng thành. Việc phát hiện chính xác thời điểm giấc ngủ bắt đầu lần đầu tiên rất quan trọng để có thể đánh giá cấu trúc vi thể của giấc ngủ. Phương pháp đề xuất là phân tích bản ghi đa ký giấc ngủ của 30 tình nguyện viên, sử dụng các thông tin của 1 kênh điện não kết hợp với điện mắt và điện cơ theo đúng chuẩn American Academy of Sleep Medicine (AASM) mới nhất. Thuật toán tập trung phân tích tự động chính xác theo từng giây cho mỗi epoch. Kết quả thu được theo 2 cấp độ: nhận biết và thống kê các epoch xảy ra sự chuyển trạng thái và thời điểm chính xác xảy ra sự dịch chuyển này. Với độ chính xác hơn 85% cho thấy mức độ khả thi để đưa ra những cảnh báo kịp thời ngay khi có sự chuyển trạng thái. Cách tiếp cận này mở ra những hướng ứng dụng để phát triển các hệ thống cảnh báo theo thời gian thực: trạng thái ngủ gật, buồn ngủ khi lái xe, khi làm việc, khảo sát sự đáp ứng của não bộ với các kích thích bên ngoài nhằm giảm khoảng thời gian sleep latency.

**Từ khóa** — thời điểm chuyển trạng thái từ thức sang ngủ – sleep onset, PSG, cấu trúc vi thể, AASM.

*Bài báo đã nhận vào ngày 15 tháng 3 năm 2017, đã được phân biên chỉnh sửa vào ngày 01 tháng 11 năm 2017.*

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số B2016-20-01.

Lê Quốc Khải, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM.  
Email: quockhai@hcmut.edu.vn

Đinh Thị Ngọc Ánh, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM.

Trần Hoàng Bảo, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM.

Huỳnh Quang Linh, Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM. Email: hqlinh@hcmut.edu.vn

## 1 GIỚI THIỆU

Giấc ngủ là giai đoạn nghỉ ngơi của hầu hết các loài sinh vật. Nó chính là nhu cầu sinh lý của cơ thể sinh vật. Trung bình con người dành ra 1/3 thời gian cuộc đời để ngủ. Giấc ngủ bao gồm ngủ sinh lý và ngủ do tác dụng không sinh lý lên cơ thể [1].

Sau 24 giờ thức liên tục thì các hoạt động trao đổi chất ở não người sẽ bị giảm nghiêm trọng. Giấc ngủ giúp bảo vệ các tế bào thần kinh không bị suy kiệt vì hoạt động liên tục. Thiếu ngủ kéo dài thường gây ra sự bất thường về hoạt động trí não và đôi khi gây ra những hành vi không bình thường của hệ thần kinh trung ương. Khi bị mất ngủ từ 3 đến 4 ngày liên tục ta không thể chống lại cơn buồn ngủ, trừ khi có những kích thích gây đau hay kích động mạnh. Khi bị mất ngủ khoảng 60 – 80 giờ thì hoạt động tinh thần bị suy giảm, dễ sinh ra các rối loạn, ảo giác, mệt mỏi. Các chức năng thực vật theo đó cũng bị biến đổi mạnh khi tình trạng này kéo dài [1, 2].

Giấc ngủ được điều hòa bởi bộ não thông qua 3 quá trình chính là: nhịp sinh học, quá trình cân bằng nội môi, sự lặp lại theo chu kỳ của các hoạt động não bộ [3, 4]. Các nghiên cứu về giấc ngủ cho thấy cụ thể hơn sự tham gia điều hòa trạng thái thức – ngủ của nhiều cấu trúc thần kinh từ vỏ não đến hành não.

Trong khi ngủ, qua từng chu kỳ từ hành cầu não lại phát ra từng loạt xung động truyền lên vùng trán, và một số vùng khác của vỏ não. Chính những luồng xung động này đã gây hưng phấn các tế bào thần kinh trong vỏ não, gây ra pha ngủ nhanh, vì thế trên điện não đồ xuất hiện các sóng nhanh. Như vậy, khi não ở trạng thái ngủ vỏ não và các luồng xung động hoạt hoá từ thể lưới lên vỏ não bị ức chế, còn các trung khu ngủ chuyển sang hoạt động. Nói cách khác, trạng thái thức – ngủ được bảo đảm bởi sự tổ chức lại hoạt động của một số cấu trúc quan trọng là vỏ não, thể lưới thân não, các trung khu ngủ và cấu trúc ở hành

não [1, 2, 5].

Mỗi đêm, người ta trải qua 2 loại giấc ngủ luân phiên nhau tạo thành 1 chu kỳ bao gồm giấc ngủ không có chuyển động mắt nhanh (Rapid Eye Movements – NREM) với các giai đoạn có độ sâu của giấc ngủ tăng dần kí hiệu lần lượt là N1, N2, N3 và giấc ngủ có chuyển động mắt nhanh (Rapid Eye Movements – REM) hay còn gọi là giấc ngủ có giấc mơ [2, 6]. Mỗi chu kỳ kéo dài khoảng 60 đến 90 phút, trong một đêm có thể có từ 4 đến 5 chu kỳ ngủ như vậy và có thể bị gián đoạn do thức giấc giữa đêm. Sau mỗi lần bị gián đoạn giấc ngủ như vậy thì giấc ngủ sẽ bắt đầu lại từ N1, N2 rồi mới đi sâu trở lại vào giấc ngủ. Nếu bị thức giấc nhiều lần trong đêm sẽ gây ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng giấc ngủ từ đó kéo theo nhiều hệ quả không tốt lên sức khỏe [7].

Phân tích cấu trúc đại thể của giấc ngủ giúp đánh giá diễn biến các trạng thái của giấc ngủ trong suốt 1 đêm. Vẽ được biểu đồ giấc ngủ – hypnogram và qua đó cho phép phát hiện các rối loạn chính về giấc ngủ. Tuy nhiên, để nghiên cứu những biểu hiện bệnh lý của giấc ngủ, cần phân tích một số thông số “vi cấu trúc” của giấc ngủ. Về phần này, chúng ta cần quan tâm đến hai hình ảnh đặc biệt của điện não đồ đó là: hiện tượng vi thức tỉnh (arousal) và hình ảnh biến đổi điện não có chu kỳ (CAP: Cyclic Alternating Pattern).

Thời điểm chuyển trạng thái từ thức sang ngủ – Sleep Onset (SO) là một thông số có ý nghĩa quan trọng trong “vi cấu trúc” của giấc ngủ giúp định lượng chất lượng và số lượng của giấc ngủ. Thông tin về SO có thể được sử dụng để tính toán, xác định và phân tích nhiều thông số khác liên quan đến giấc ngủ như thời gian để rơi vào giai đoạn giấc ngủ đầu tiên – Sleep Onset Latency (SOL), mức độ hiệu quả của giấc ngủ – Sleep Efficiency (SE – tỷ lệ thời gian ngủ so với tổng thời gian nằm trên giường), tổng thời gian thức – Total Wake Time (TWT), tổng thời gian ngủ – Total Sleep Time (TST)... Theo AASM thì các thông số này giúp ích rất nhiều trong phân tích, định lượng và đánh giá giấc ngủ [8].

Sleep Onset là thời điểm chuyển giao từ trạng thái thức tỉnh sang trạng thái giấc ngủ N1. Định nghĩa chính xác của sự khởi đầu của giấc ngủ (SO) là một đề tài được tranh luận rất nhiều, bởi vì rất khó để xác định chính xác 100% thời điểm SO và cũng có rất nhiều cách thức khác nhau để xác định. Đã có nhiều nghiên cứu trước đây như sử dụng tín hiệu tim phổi để xác định trạng thái chuyển pha thức – ngủ [9, 10, 11], khảo sát sự buồn ngủ theo thời gian thực của tài xế khi lái xe

bằng phương pháp Chaos và kiểm định thống kê [12], sử dụng các thiết bị ngoại vi để khảo sát chuyển pha từ thức sang ngủ theo thời gian thực [13, 14, 15].

Do đó, quá trình xác định SO trong nghiên cứu này được xây dựng trên cơ sở sử dụng thông tin trong sự thay đổi của 2 kênh tín hiệu EEG và EOG. Các nghiên cứu đi trước về SO dừng lại ở việc tìm ra 30 giây (1 epoch) nào trên toàn bản ghi điện não là thời điểm chuyển từ thức sang ngủ. Kế thừa tiếp trên các nghiên cứu đã được thực hiện về phân loại cấu trúc giấc ngủ, nghiên cứu này đi sâu vào xác định cụ thể thời điểm SO dựa trên tín hiệu điện não kết hợp điện mắt và chỉ ra cụ thể chính xác thời gian chuyển trong epoch đã được xác định bằng các phương pháp trong các nghiên cứu trước.

## 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1 Phương pháp thu nhận dữ liệu và phân loại

Việc phân loại trạng thái trong nghiên cứu này được tiến hành trên bản ghi đa ký giấc ngủ dạng offline – tức là thực hiện trên dữ liệu sau khi kết thúc quá trình thu nhận. Dữ liệu sử dụng để phân loại được lấy từ 2 bộ chính:

- Dữ liệu thực nghiệm thu từ thiết bị ghi điện não Nicolet One v32 của hãng Natus – Care Fusion – Mỹ (số lượng: 15 mẫu).

- Dữ liệu thực nghiệm thu từ thiết bị Alice 5 Sleepware của hãng Respiroics – Philips – Hà Lan (số lượng: 15 mẫu).

Các điện cực EEG và EOG được sử dụng theo đúng chuẩn AASM trong đo đa ký giấc ngủ: F4, C4, O2, ROC (Right EOG) và LOC (Left EOG); A1, A2 đóng vai trò là điện cực tham khảo; thêm điện cực trán F3, C3, O1 tạo ra các chuyển đạo bổ sung giúp phát hiện các thay đổi, sai lệch trong suốt thời gian ngủ, hỗ trợ cho các đạo trình chính. Do đó, các kênh dữ liệu thu được bao gồm: F4, C4, O2, ROC, LOC, F3, C3, O1, A1 và A2.

Quá trình thực nghiệm được thực hiện vào buổi tối tại phòng thí nghiệm đo điện não. Các đối tượng được mời để thực hiện tiến hành lấy mẫu nằm trong độ tuổi từ 18 – 25 tuổi, sức khỏe bình thường và không có bất kỳ tiền sử nào về các bệnh lý thần kinh, đặc biệt là các bệnh lý về giấc ngủ. Các đối tượng khảo sát được yêu cầu phải tuân thủ các yêu cầu trước khi đo: phải ngủ đủ (ít nhất là từ 6 đến 7 giờ) vào đêm trước ngày đo, không có bất kỳ dấu hiệu mệt mỏi nào do việc thiếu ngủ trước đó; không được sử dụng bất kỳ chất kích thích nào như cà phê, nước tăng lực

hay các loại thuốc có liên quan trước ngày và trong ngày thực hiện thí nghiệm; mỗi đối tượng sẽ được tiến hành đo trong ít nhất 6 tiếng. Dữ liệu thu được sẽ được đưa vào quá trình xử lý và phân loại, toàn bộ dữ liệu đầu vào để xử lý bằng Matlab đều là dữ liệu thô. Kết thúc quá trình sẽ có sự so sánh giữa công cụ tính toán tỷ lệ năng lượng các sóng có sẵn trong thiết bị đo và phân loại được thực hiện bởi thuật toán để kiểm chứng mức độ chính xác của phương pháp. Như vậy dữ liệu thô ban đầu sẽ qua 2 bước xử lý chính đó là tiền xử lý và quy trình phân loại trạng thái thức – ngủ.

## 2.2 Tiền xử lý tín hiệu

### Lọc tín hiệu sử dụng phương pháp FFT

Quá trình xử lý được tiến hành như sau: phân tích Fourier cho cả 2 kênh tín hiệu C4 – A1 của EEG và ROC của EOG bằng cách sử dụng biến đổi FFT [3] để cắt lấy dải tần số 0.5 – 35 Hz đối với tín hiệu EEG và 0.5 – 30 Hz đối với tín hiệu EOG trong dải tần số của tín hiệu đã biến đổi. Hai dải tần số nêu trên là dải tần cơ bản cần thiết và thể hiện đầy đủ nhất các đặc điểm cơ bản nhất của các trạng thái giấc ngủ; đồng thời với nội dung của nghiên cứu thì dải tần này hoàn toàn đáp ứng được yêu cầu đầu ra. Kết quả thu được là năng lượng phổ phân bố theo tần số đã cắt [17, 18, 19].

Sau khi cắt lấy dải tần số cần thiết thì tiến hành biến đổi FFT ngược để tái tạo lại tín hiệu. Tín hiệu này sau khi cắt sẽ chỉ chứa các thông tin cần thiết và được sử dụng để đưa vào lọc thông cao một lần nữa để loại bỏ nhiễu do các tần số thấp không mong muốn khác gây ra [20].

### Lọc nhiễu tần số thấp dùng bộ lọc thông cao IIR

Áp dụng bộ lọc thông cao IIR với tần số cắt = 0.5 Hz nhằm loại bỏ thành phần nhiễu tần số thấp của các tín hiệu điện sinh học và lọc nhiễu baseline. Quá trình này là cần thiết để có thể phân biệt được nhiễu và xác định được các sóng tần số thấp có mặt trong miền dữ liệu đang xét, đặc biệt là các sóng chậm của tín hiệu EEG có tần số dưới 4 Hz.

## 2.3 Xác định thời điểm chuyển trạng thái – Sleep Onset

Nội dung chính của nghiên cứu tập trung vào việc xác định thời điểm chuyển trạng thái thức – ngủ – SO trong cấu trúc đại thể của giấc ngủ thông qua tín hiệu EEG và EOG; từ đó có thể phát triển lên việc phân loại thức – ngủ trong suốt 1 đêm giúp nâng cao độ chính xác trong phân loại cấu trúc giấc ngủ hay nhận diện các thay đổi, các

trạng thái trong suốt giấc ngủ [19].

Việc phân loại trạng thái theo epochs sử dụng kết hợp thông tin từ 2 kênh tín hiệu EEG (C4 – A1) và EOG (ROC – A1). Dựa trên sự thay đổi các đặc trưng của tín hiệu thể hiện thông qua giá trị phổ năng lượng, ta tiến hành phân loại trạng thái theo từng epoch 30s.

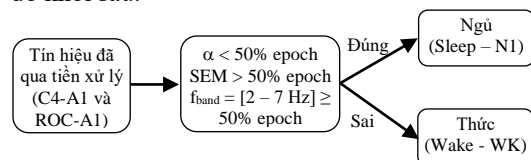
Khi chuyển trạng thái sóng Alpha bắt đầu phân mảnh và thay vào đó là các hoạt động sóng chậm nổi trội, phổ biến nhất là sóng Theta có tần số 4 – 7 Hz; và sóng Theta chiếm ưu thế vượt trội hơn hẳn so với sóng Alpha, hơn 50% epoch. Việc xử lý nhận dạng sẽ được thực hiện trên phổ năng lượng của tín hiệu sau khi được chuyển đổi Fourier bằng phép biến đổi Fourier nhanh (Fast Fourier Transform – FFT) [4, 16, 18]. Các tỷ số năng lượng được thành lập theo công thức tổng quát:

$$PS_{total} = \sum_{f_{min}}^{f_{max}} PS(f) \quad (1)$$

$$PSR(f) = \frac{\sum_{f_{low}}^{f_{high}} PS(f)}{PS_{total}} \quad (2)$$

Tín hiệu EOG bắt đầu chậm dần, chuyển động của mắt có thể không đồng bộ mà thường biến mất trong vòng vài phút của những thay đổi EEG mô tả tiếp theo. Đặc trưng của thời điểm chuyển trạng thái là mắt chuyển động chậm dần, chuyển động chậm của mắt – Slow Eye Movement (SEM), nằm trong dải tần số 1,5 – 6 Hz. Giá trị phổ năng lượng lúc này được xét là ngủ nếu là lớn hơn 50% tổng năng lượng của epoch, ngược lại thì là thức [16, 20].

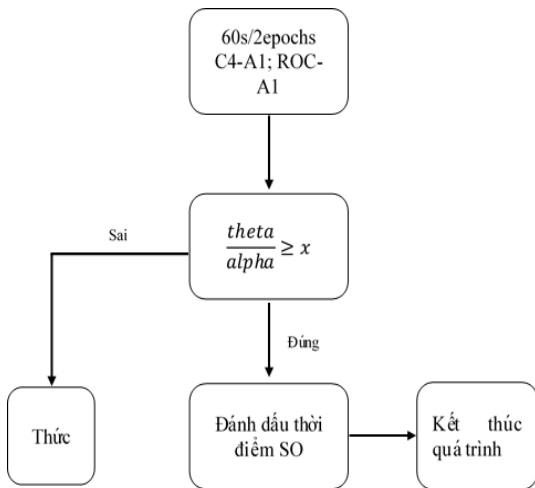
Kết hợp các thông tin về tín hiệu EEG và EOG đã có tiến hành quá trình thực hiện phân loại. Ta có thể hình dung sơ bộ quá trình phân loại theo sơ đồ khối sau:



Hình 1. Sơ đồ khối quy trình phân loại trạng thái theo từng epochs.

Sau khi đã xác định và phân loại theo từng epochs thì thực hiện việc xác định cụ thể thời điểm chuyển trạng thái – Sleep Onset.

Dựa trên kết quả phân loại trạng thái giấc ngủ ở bước trước đó, lấy ra đoạn dữ liệu gồm 2 epoch liên tiếp ở 2 trạng thái Wake và Sleep.



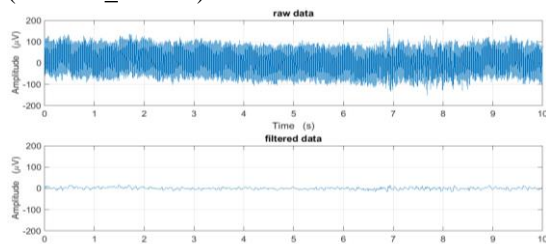
Hình 2. Sơ đồ khối quy trình xác định SO

Quét lần lượt 10s mỗi lần, mỗi lần chuyển đoạn 1s sang đoạn kế, xét giá trị năng lượng dựa trên phổ FFT, khi giá trị của x đạt đến ngưỡng (xác định thông qua quá trình thực nghiệm trên nhiều mẫu) thì kết luận là thời điểm SO và kết thúc quá trình, nếu không thì vẫn còn ở trạng thái Wake và quá trình vẫn được tiếp tục. Và sau khi kết thúc toàn bộ quá trình ta sẽ thu được dạng đồ thị hypnogram thể hiện 2 ngưỡng trạng thái thức – ngủ theo thời gian (ngay thời điểm chuyển từ thức sang ngủ đầu tiên), có xác định cụ thể thời điểm chuyển SO.

### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### Kết quả tiền xử lý tín hiệu

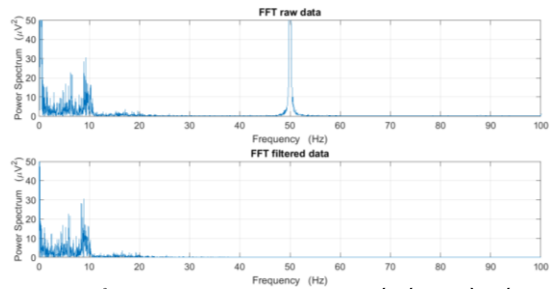
Kết quả sau khi tiến hành cắt lấy dữ liệu (PSG002\_NTMN):



Hình 3. Tín hiệu trước và sau FFT cắt lấy dải tần số

Sơ đồ khối quy trình phân loại trạng thái theo epochs

Tín hiệu chưa qua xử lý có nhiều 50 Hz và các nhiễu tần số thấp rất lớn. Với dữ liệu bị nhiễu như vậy, không thể tiến hành phân tích để nhận biết các đặc trưng của từng trạng thái. Thay vì sử dụng bộ lọc Notch để lọc nhiễu nguồn thì nghiên cứu này sử dụng phương pháp cắt lấy dải tần số từ biến đổi FFT trên dải tần số 0,5 – 45 Hz.

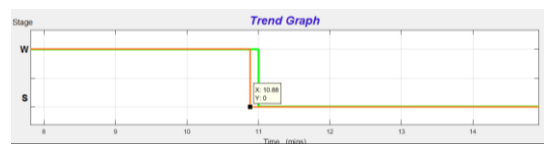


Hình 4. Phổ năng lượng trước và sau FFT cắt lấy dải tần số

Sau khi tiến hành cắt lấy tín hiệu, sẽ tiến hành loại bỏ các thành phần nhiễu tần số thấp (< 0,5 Hz) và nhiễu baseline.

#### 3.1 Kết quả bước xác định thời điểm cụ thể

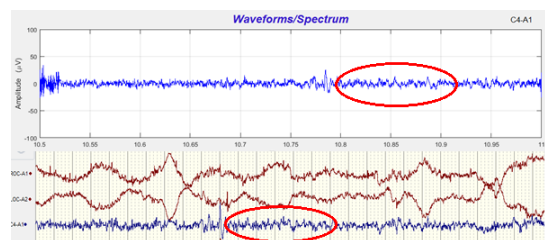
Ta tiếp tục quá trình phân loại ở bước tiếp theo như sơ đồ đã đề cập: xác định thời điểm cụ thể theo thời gian. Dưới đây là kết quả nhận biết theo thời gian:



Hình 5. Kết quả xác định cụ thể

Theo như kết quả ở trên ta thấy thời điểm chuyển trạng thái cụ thể khi xét theo thời gian xảy ra sớm hơn so với việc xác định theo epoch 30s. Kết quả này cho phép xác định chính xác các giai đoạn trong việc phân loại trạng thái giấc ngủ. Từ đó mở ra khả năng ứng dụng kết quả trên vào việc phân tích dữ liệu theo thời gian thực.

Tín hiệu tại thời điểm chuyển được vẽ lại trên khối Waveforms/Spectrum của chương trình cùng tín hiệu quan sát trên cửa sổ chương trình EEG Viewer (Hình 6). Nhìn trên đồ thị có thể thấy tín hiệu bắt đầu giãn dần ra, sóng Alpha giảm và mất đi dần cho đến thời điểm chuyển trạng thái, thay vào sóng Alpha là các sóng chậm hơn (2 – 7 Hz).

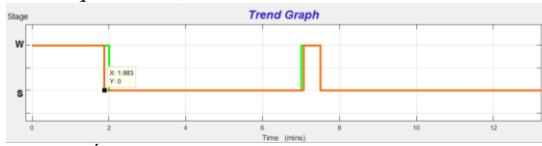


Hình 6. Tín hiệu trên cửa sổ chương trình và cửa sổ EEG Viewer

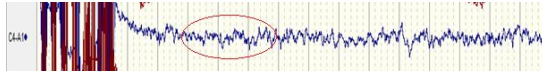
Theo như kết quả ở trên thì chương trình hoàn toàn xác định được thời điểm chuyển trạng thái từ

thức sang ngủ.

*Kết quả xác định thời điểm SO:*



Hình 7. Kết quả xác định SO



Hình 8. Kết quả xác định trên EEG Viewer sử dụng công cụ của thiết bị

Ở đối tượng này có sự chuyển động cơ, thay đổi vị trí trong quá trình thực nghiệm nên ta quan sát thấy nhiễu trên tín hiệu.

Theo như ta thấy thì khi xác định theo epoch, bước chuyển được xác định ở phút thứ 2 sau khi có chuyển động. Kết quả này hoàn toàn chính xác theo lý thuyết đã nói trước đó về sự nhiễu cơ xảy ra: epoch với một chuyển động cơ thể lớn, nhưng không có sóng Alpha xác đáng hoặc không xác định được có sự hiện diện của sóng Alpha hay không, đứng ngay cạnh và theo epoch của giai đoạn thức tỉnh thì được ghi như giai đoạn thức tỉnh.

Chuyển đến bước xác định thời điểm cụ thể thì kết quả đạt được ở thời điểm 1 phút 53 giây (tức giây thứ 113). Trong khi chương trình EEG Viewer lại cho kết quả vào thời điểm 1 phút 55 giây (tức giây thứ 115). Chênh lệch giữa hai kết quả lúc này là 2 giây, 2 kết quả cho thời điểm khá gần nhau.

Kết quả tổng quan được minh họa qua Bảng 1. Kết quả phân tích của nghiên cứu được so sánh với các kết quả xử lý tự động của các phần mềm tích hợp sẵn có trong máy đo đa ký giấc ngủ mà nhóm tác giả đang sử dụng. Bên cạnh đó, các thời điểm chuyển trạng thái còn được đánh giá khách quan và độc lập bởi nhóm các bác sĩ chuyên khoa về giấc ngủ. Kết quả bước đầu cho thấy có sự sai lệch nhất định giữa việc xác định chính xác thời điểm chuyển trạng thái từ thức sang ngủ; tuy nhiên, với sự đánh giá dựa vào các tiêu chuẩn quy ước cho thấy kết quả phân tích là hoàn toàn có khả năng ứng dụng để dự báo sự buồn ngủ theo thời gian thực phục vụ cho các mục đích cảnh báo sớm.

BẢNG I

KẾT QUẢ XÁC ĐỊNH THỜI ĐIỂM CỤ THỂ CHUYỂN TRẠNG THÁI TỪ THỨC SANG NGỦ (SLEEP ONSET – SO)

Mẫu dữ liệu	(1) Kết quả	(2) Kết quả	(3) Kết quả	Độ lệch  (1)-	Độ lệch  (1)-	Độ chính xác

	phân tích trong nghiên cứu (s)	phân loại tự động bằng phần mềm theo máy (s)	phân tích của bác sĩ (s)	(2) (	(3)	
PSG001	666	660	664	+6	+4	93%
PSG002	113	115	113	-3	-3	100%
PSG003	1258	1260	1255	-2	-5	90%
A001	4408	4400	4404	+8	+4	87%
A002	3367	3660	3364	+7	+4	90%
A003	446	480	446	-4	-2	93%

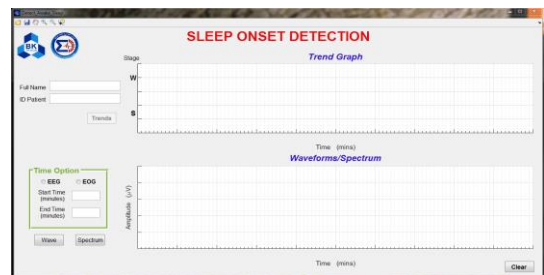
### 3.2 Thiết kế giao diện người dùng

Sau khi xây dựng các bước phân loại ở chương trên sẽ tiến hành thiết kế giao diện người dùng. Giao diện cũng sẽ được xây dựng theo 3 khối cơ bản bám sát các bước xử lý nêu trên.

Khối thứ nhất: các công cụ thao tác cho người dùng như nhập dữ liệu, di chuyển đồ thị, phóng to, thu nhỏ, lấy tọa độ, lưu thông tin đã xử lý.

Khối thứ hai: Trend Graph. Là đồ thị chứa nội dung chính của nghiên cứu: sơ đồ phân loại trạng thái thức – ngủ tại thời điểm SO. Các bước xử lý lọc tín hiệu cũng như phân loại sẽ được tích hợp vào chung trong khối này thông qua nút ấn Trend. Bên cạnh đó cũng có vị trí cho hiển thị thông tin người đo cùng mã số bệnh nhân.

Khối thứ ba: Waveforms/Spectrum. Khối này giúp người sử dụng có thể xem được dạng sóng tín hiệu cũng như phổ năng lượng theo đoạn tín hiệu ở thời gian cụ thể tùy lựa chọn. Người sử dụng cũng có thể lựa chọn được kênh tín hiệu muốn quan sát: EEG hoặc EOG. Bên cạnh đó có thêm nút Clear giúp xóa đi dữ liệu cũ trước khi chạy chương trình phân loại cho một dữ liệu khác.



Hình 9. Cửa sổ chính của chương trình.

Chức năng của các khối trên cửa sổ:

- Khối Trend Graph là nơi hiển thị kết quả phân loại thời điểm chuyển trạng thái. Bên cạnh đó thông tin về tên bệnh nhân, mã số bệnh nhân cũng sẽ hiển thị bên cạnh.

- Khối Waveform/Spectrum là khối hiển thị dạng sóng và phổ năng lượng của tín hiệu theo thời gian. Người dùng có thể linh hoạt trong việc lựa chọn hiển thị: lựa chọn kênh tín hiệu muốn quan sát (kênh C4-A1 đối với tín hiệu EEG và ROC-A1 đối với tín hiệu EOG) cũng như khoảng thời gian muốn xem và tín hiệu hay phổ năng lượng.

#### 4 KẾT LUẬN

Việc xác định thời điểm chuyển trạng thái từ thức sang ngủ giúp nâng cao hơn tính chính xác về thời điểm cụ thể trong phân loại cấu trúc giấc ngủ và có ý nghĩa khá lớn giúp tiến xa hơn trong phân loại, xử lý dữ liệu theo thời gian thực giúp ích cho nhiều nghiên cứu khác sử dụng tín hiệu điện não theo thời gian thực.

Kết quả đạt được như trên khá khả quan trong phân loại tự động trạng thái thức – ngủ, mở ra khả năng thay thế phương pháp phân loại truyền thống cũng như trong xử lý phân loại theo thời gian thực giúp ích cho nhiều nghiên cứu khác không chỉ trong nghiên cứu giấc ngủ hay các rối loạn giấc ngủ.

Như vậy chương trình vừa xử lý xác định thời điểm chuyển trạng thái vừa giúp người dùng dễ dàng trong việc tự kiểm tra, đọc lại tín hiệu ở thời điểm mong muốn.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Phạm Đình Lưu, “Sinh lý học y khoa tập II”, Hồ Chí Minh: Nhà xuất bản Y học, 2005.

[2] M.H. Kryger, T. Roth and W.C. Dement, “Principles and Practice of Sleep Medicine”, Missouri: Elsevier Inc, 2011.

[3] P. Achermann and A.A. Borbély, “Mathematical models of sleep regulation”, *Frontiers in Bioscience*, vol. 8, pp. 683-693, 2003.

[4] S. F. et al., “Signal processing techniques applied to human sleep EEG signals - A review”, *Biomedical Signal Processing and Control*, vol. 10, pp. 21-33, 2014.

[5] E. Niedermeyer and S.L.D. Silva, “Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields”, New York: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.

[6] K. Šušmáková, “Human Sleep and Sleep EEG”, *Measurement Science Review*, vol. 4, no. 2, pp. 59-74, 2004.

[7] M.H. Silber, L.E. Krahn and T.I. Morgenthaler, “Sleep Medicine in Clinical Practice”, 2nd ed., New York: Informa Healthcare, 2016.

[8] J. V. et al., “The use of two-channel electro-oculography in automatic detection of unintentional sleep onset”, *Journal of Neuroscience Methods*, vol. 163, no. 1, pp. 137-144, 2007.

[9] Devot, S., Dratwa, R., & Naujokat, E., “Sleep/wake detection based on cardiorespiratory signals and actigraphy”, *International Conference of the IEEE*

*Engineering in Medicine and Biology*, pp. 5089-5092, 2010.

[10] Lee, B. G., Lee, B. L., & Chung, W. Y., “Mobile healthcare for automatic driving sleep-onset detection using wavelet-based EEG and respiration signals”, *Sensors*, vol. 14, no. 10, pp. 17915-17936, 2014.

[11] Bsoul, M., Minn, H., Nourani, M., Gupta, G., & Tamil, L., “Real-time sleep quality assessment using single-lead ECG and multi-stage SVM classifier”, *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology*, pp. 1178-1181, 2010.

[12] Mardi, Z., Ashtiani, S. N. M., & Mikaili, M., “EEG-based drowsiness detection for safe driving using chaotic features and statistical tests”, *Journal of medical signals and sensors*, vol. 1, no. 2, pp. 130, 2011.

[13] Natale, V., Drejak, M., Erbacci, A., Tonetti, L., Fabbri, M., & Martoni, M., “Monitoring sleep with a smartphone accelerometer”, *Sleep and Biological Rhythms*, vol. 10, no. 4, pp. 287-292, 2012.

[14] Dai, J., Teng, J., Bai, X., Shen, Z., & Xuan, D., “Mobile phone based drunk driving detection”, *4th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*, pp. 1-8, 2010.

[15] Marino, M., Li, Y., Rueschman, “Measuring sleep: accuracy, sensitivity, and specificity of wrist actigraphy compared to polysomnography,” *Sleep*, vol. 36, no. 11, pp. 1747, 2013.

[16] L. E. et al., “Validation of an EEG-Based Algorithm for Automatic Detection of Sleep Onset in the Multiple Sleep Latency Test,” in *The World Congress on Engineering*, 2010.

[17] M. Teplan, “Fundamentals of EEG Measurement,” *Measurement Science Review*, vol. 2, no. 2, pp. 1-11, 2002.

[18] A. A.-F. et al., “Review Article: Methods of EEG Signal Features Extraction Using Linear,” *ISRN Neuroscience*, vol.2, no.1, pp. 545-552, 2014.

[19] J. Vidal, “Toward Direct Brain-Computer Communication”, *Annual Review of Biophysics and Bioengineering*, vol. 2, pp. 157-180, 1973.

[20] E. M. et al., “Automatic Sleep-Wake Detection using Electrooculogram Signals”, *Conference on Biomedical Engineering and Sciences*, Sarawak, pp. 724-728, 2014.

**Lê Quốc Khải** tốt nghiệp đại học năm 2011 và thạc sĩ năm 2013 với chuyên ngành Vật lý kỹ thuật y sinh, tại Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM. Hiện tại đang là nghiên cứu sinh ngành Vật lý kỹ thuật y sinh, là nghiên cứu viên Bộ môn Vật lý kỹ thuật y sinh, Khoa Khoa học Ứng dụng, Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM. Chuyên môn là xử lý tín hiệu y sinh học và các nghiên cứu liên quan đến giấc ngủ và các bệnh lý trong khi ngủ.

**Đinh Thị Ngọc Ánh** nhận bằng tốt nghiệp đại học chuyên ngành Vật lý kỹ thuật y sinh năm 2017, Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM. Hiện đang là nghiên cứu sinh tại Hàn Quốc. Có chuyên môn về xử lý tín hiệu giấc ngủ và các hoạt động não bộ.

**Trần Hoàng Bảo** nhận bằng tốt nghiệp đại học chuyên ngành Vật lý kỹ thuật y sinh năm 2015, Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM. Có chuyên môn về xử lý tín hiệu điện não di động để phát triển các ứng dụng điều khiển thiết bị ngoại vi và nhận dạng cảm xúc của con người.

**Huỳnh Quang Linh** hiện là Trưởng Khoa Khoa học Ứng dụng, Đại học Bách Khoa, ĐHQG-

HCM. Tác giả có chuyên môn về các lĩnh vực nghiên cứu: mô phỏng và mô hình hóa sự lan truyền của các bức xạ ion hóa, của photon qua vật chất, điều khiển học y sinh học, phân cực, quang học và các nghiên cứu ứng dụng: xử lý tín hiệu y sinh (ECG, PSG, EEG...), xử lý hình ảnh y sinh học, và thiết bị y sinh học...

## Automatic detection of sleep onset in healthy adults

Le Quoc Khai, Dinh Thi Ngoc Anh, Tran Hoang Bao, Huynh Quang Linh

**Abstract** — Sleep is very important for the health. Analyzing the polysomnography (PSG) helps us get valuable information to assess the quality of sleep. In this work, we develop a program to automatically detect the transition from wakefulness to sleep in adults. The accurate detection of the point of sleep onset occurs in the first time is useful for assessing the micro-structure of sleep. The proposed method is analyzed polysomnography of 30 healthy volunteers, using data of one channel Electroencephalography, Electrooculography and chin Electromyography. The algorithm automatically analyzes every second according to American Academy of Sleep Medicine (AASM) standards with the latest version. The results obtained under two levels: identify and list the epoch occurred the transition, and exact the time of the shift occurred. With more than 85% in accuracy, the study shows the feasibility to provide timely warning. This approach opens up developing a system in real-time warning: doze off in student, drowsiness, sleepiness when driving or working. It helps us to examine the brain's response to external stimuli to reduce the time of sleep latency.

**Index Terms** — *sleep onset, PSG, micro-structure, AASM.*