

ỨNG DỤNG MẠNG NƠN KHÔNG GIÁM SÁT VÀO VIỆC CHẨN ĐOÁN HƯ HỒNG CỦA BỘ BÁNH RĂNG TRỤ RĂNG THĂNG 1 CẤP

Lưu Thanh Tùng

Trường Đại học Bách Khoa, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 09 tháng 06 năm 2008, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 25 tháng 02 năm 2009)

TÓM TẮT: Trong cơ cấu truyền động, bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng là phổ biến nhất. Việc chẩn đoán hư hỏng của bộ truyền này vẫn dựa trên việc nghe các tiếng ồn bất thường và rồi mở ra kiểm tra xem hư cái gì. Công việc chẩn đoán như vậy rất mất thời gian, tốn công sức mà nhiều khi chưa chắc đã chính xác. Trong bài báo này các tín hiệu dao động do hư hỏng gây ra từ hộp số 1 cấp được thu về và phân tích phổ. Các phổ này được đưa vào mạng nơron không giám sát nhằm huấn luyện mạng nơron này. Sau khi đã huấn luyện xong, với các tín hiệu dao động từ hộp số 1 cấp, mạng nơron sẽ phát hiện ra đó là hư hỏng gì. Phương pháp này đạt được độ chính xác gần như tuyệt đối và không phụ thuộc tính chủ quan của con người.

Từ khóa: nơron không giám sát, nơron có giám sát

1. GIỚI THIỆU

Trong các cơ cấu truyền động cơ khí, hộp số là một bộ phận không thể thiếu. Hộp số được cấu tạo bằng nhiều bộ bánh răng ăn khớp với nhau để thay đổi tỉ số truyền giữa đầu ra và đầu vào của hộp số. Những bộ bánh răng này có thể gồm: bánh răng nghiêng, bánh răng xoắn, bánh răng nón... nhưng bộ bánh răng trụ răng thẳng vẫn là phổ biến nhất [1]. Việc chẩn đoán hư hỏng bánh răng đã được đề cập trong nhiều đề tài nghiên cứu khác nhau [2], [3] và [4]. Các nghiên cứu này đã giới thiệu các phương pháp phân tích khác nhau để xác định hư hỏng và có thể sơ lược giới thiệu dưới đây.

Trong [2], tác giả đã giới thiệu một nguyên tắc rằng: Mọi rung động liên quan đến trục hay bánh răng sẽ lặp lại có chu kỳ theo chu kỳ quay của trục. Tín hiệu dao động thu được sẽ được chia thành những phần bằng nhau tương ứng với chu kỳ quay của trục. Giá trị trung bình này sẽ làm giá trị chuẩn cho mỗi một loại hư hỏng. Phương pháp này đơn giản, không cần nhiều thiết bị quá phức tạp. Tuy nhiên, độ chính xác phương pháp này không cao do lấy giá trị trung bình nên chưa đại diện cho những hư hỏng rất đặc biệt.

Một nghiên cứu khác được trình bày trong [3], trong đó các tín hiệu dao động thu về được phân tích qua phổ dao động. Thông qua các phổ này, người ta tìm ra các giá trị số quân phương và giá trị này làm chuẩn để tìm ra hư hỏng. Phương pháp này tỏ ra là đơn giản, thời gian tìm ra hư hỏng là khá nhanh. Tuy nhiên nó lại không chính xác và yêu cầu phải có chuyên gia để xác định hư hỏng.

Trong [4], một phương pháp phân tích phổ tần số được giới thiệu. Khi có một hư hỏng nào đó thì trên phổ dao động của hư hỏng đó xuất hiện các hài trội trên phổ. Chính vì vậy mà khi nhìn vào phổ dao động, hư hỏng của hộp số sẽ được phát hiện. Phương pháp này khá đơn giản nhưng lại đòi hỏi phải có chuyên gia hoặc người có kinh nghiệm để nhìn vào phổ và xác định hư hỏng.

Trong bài báo này, một phương pháp mới nhận dạng hư hỏng sẽ được giới thiệu. Hai loại hư hỏng được thử nghiệm của 1 bộ bánh răng thẳng răng trụ 1 cấp gồm: gãy răng, mòn răng sẽ được dùng trong thí nghiệm để phân tích và nhận dạng ra là loại hư hỏng gì. Công việc được thực hiện qua việc phân tích phổ dao động của bộ bánh răng bình thường và những cặp bánh

răng bị gãy hay mòn thông qua chuyển đổi Fourier. Sau đó phổ dao động này sẽ được lấy giá trị trung bình, trung bình bình phương v.v. Các giá trị này sẽ là đầu vào của mạng nơron và được dùng để huấn luyện mạng nơron này. Sau khi huấn luyện xong, mạng nơron sẽ xác định được loại hư hỏng là hư hỏng gì khi có tín hiệu đầu vào. Điều đặc biệt là trong bài báo này sẽ giới thiệu mạng nơron không giám sát. Khả năng vượt trội trong nhận dạng hư hỏng do mạng nơron này tìm ra sẽ được đưa ra sẽ được minh chứng qua việc so sánh với kết quả nhận dạng của mạng nơron có giám sát. Bài báo cũng xác định phương pháp đơn giản nhưng hiệu quả, giúp tìm ra hư hỏng nhanh nhất với chi phí thấp nhất.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Cơ sở lý thuyết của bài báo này dựa trên 3 lý thuyết chủ yếu là phân tích phổ dao động bằng chuyển đổi Fourier, mạng nơron không giám sát và mạng nơron có giám sát được dùng để so sánh.

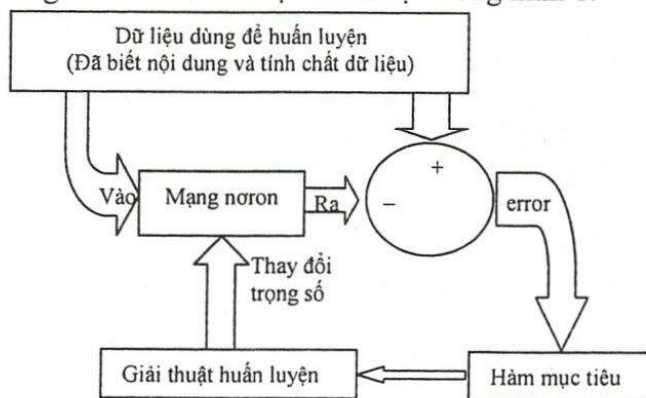
Chuyển đổi Fourier là một phép chuyển đổi từ miền thời gian sang miền tần số [5], [6]. Nghĩa là khi cho một tín hiệu theo thời gian, sau khi được đem qua chuyển đổi Fourier, chúng ta sẽ thu nhận được các tần số tạo ra tín hiệu theo thời gian ở trên. Như vậy nói một cách khác, chúng ta sẽ thu được phổ dao động của một tín hiệu theo thời gian. Phương trình toán chuyển đổi được thể hiện trong phương trình (1):

$$F(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t).e^{-i.\omega.t} dt \quad (1)$$

trong đó: $F(\omega)$ là hàm theo miền tần số

$f(t)$ là hàm theo miền thời gian.

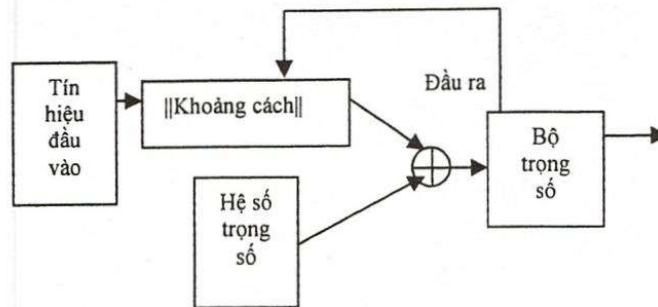
Mạng nơron có giám sát là gì? Đó là mạng nơron mà khi huấn luyện, tín hiệu đầu vào đã biết rõ, đầu ra đã xác định. Nhiệm vụ chỉ là: huấn luyện bộ trọng số. Sau khi đã huấn luyện xong, một tín hiệu đầu vào sẽ được kết hợp với bộ trọng số đã được huấn luyện để đưa ra một tín hiệu đầu ra. Từ tín hiệu đầu ra này mà mạng nơron sẽ cho biết đây là hư hỏng gì. Mô hình huấn luyện mạng nơron giám sát có thể được minh họa trong hình 1.



Hình 1. Sơ đồ huấn luyện mạng nơron có giám sát

Ngược lại với mạng nơron có giám sát, khi huấn luyện mạng nơron không giám sát, tín hiệu đầu vào chưa xác định rõ, tín hiệu đầu ra cũng chưa xác định. Sau khi huấn luyện xong mạng nơron sẽ tự sắp xếp theo tín hiệu đầu vào. Nói một cách dễ hiểu là mạng nơron sẽ sắp xếp sao cho nó đại diện cho tất cả các giá trị đầu vào. Chính vì vậy khi có tín hiệu đầu vào, mạng sẽ đưa tín hiệu đầu vào này vào nhóm hư hỏng mà nó đã được huấn luyện để làm đại

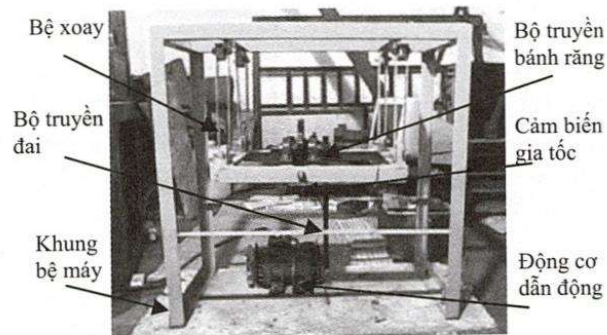
diện rời từ đó xác định hư hỏng là hư hỏng gì. Nguyên lý huấn luyện của mạng nơ ron không giám sát được giới thiệu trong hình 2.



Hình 2. Sơ đồ huấn luyện mạng nơ ron không giám sát

3. MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM VÀ QUÁ TRÌNH XỬ LÝ SỐ LIỆU

Mô hình của thí nghiệm được trình bày trong hình 3

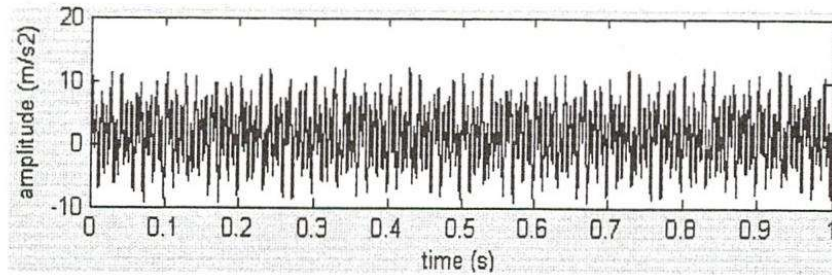


Hình 3. Mô hình thí nghiệm

Mô hình có các bộ phận chính gồm có: động cơ dẫn động, đai truyền động, bánh răng chủ động và bánh răng thụ động. Động cơ truyền động là động cơ điện 3 pha lồng sóc, tốc độ quay khi làm việc là 2000 vòng/phút, công suất 0,2KW. Tốc độ quay phải ca là vì tần số đo đặc phải đạt trên 15Hz nhằm tránh hiện tượng cộng hưởng của các chi tiết khác lên kết quả đo. Do thí nghiệm này chủ yếu là đo dao động trong phòng thí nghiệm nên bộ truyền bánh răng chỉ dùng mỡ để bôi trơn. Đai truyền động là đai dẹt, bánh răng chủ động là loại thân khai có 10 răng, bánh răng bị động có 16 răng. Toàn bộ hệ thống bánh răng được đặt trên bộ xoay nhằm giảm thiểu tác động của nhiễu lên hệ thống.

Một gia tốc kế được gắn chặt trên bộ xoay nhằm đo tín hiệu dao động. Tín hiệu từ gia tốc kế được đưa vào máy tính qua bộ giao tiếp sau khi đã được khuếch đại lên. Tín hiệu gia tốc kế là tín hiệu theo thời gian. Tín hiệu này sẽ được đem chuyển đổi Fourier để tìm ra phổ tần số của dao động.

Bộ cảm biến gia tốc được gắn trên thân dao động của bộ bánh răng. Bộ cảm biến gia tốc kế này có khả năng đo được tần số từ 2 Hz tới 1.000 Hz. Tín hiệu điện này được đưa vào bộ chuyển đổi nhằm khuếch đại tín hiệu, đồng thời chuyển tín hiệu từ liên tục sang rời rạc. Máy tính thu nhận các tín hiệu này và ghi vào kho dữ liệu. Một trong những kết quả đo được trình bày trong hình 4.



Hình 4. Tín hiệu nhận được từ cảm biến gia tốc

Các dữ liệu sau đó được chuyển đổi qua miền tần số và lưu lại. Mỗi trường hợp hư hỏng như mòn răng, gãy răng và bình thường được thí nghiệm 10 lần và lấy các số liệu, rồi thì được chuyển thành miền tần số và được lưu lại. Các số liệu của miền tần số của từng thí nghiệm sẽ được lấy các giá trị trung bình (\bar{m}), độ lệch trung bình ($[\sigma]$), giá trị bình phương trung bình (rms), hệ số hình học (shape factor), hệ số lệch (skewness). 5 giá trị này là 5 yếu tố đặc trưng cho từng thí nghiệm và các yếu tố đặc trưng này là các thông số dùng để làm đầu vào cho mạng nơron.

4. HUẤN LUYỆN MẠNG NƠ RON CÓ GIÁM SÁT

Để huấn luyện mạng nơron có giám sát, 5 yếu tố đặc trưng của từng loại hư hỏng sẽ được đưa vào đầu vào. Hàm đầu ra của mạng này là hàm bậc thang [8]. Đặc trưng của hàm này là tín hiệu ra là 0 hoặc là 1. Như vậy các trọng số của mạng nơron sẽ được huấn luyện sao cho đầu ra của hàm bậc thang là 0 hay 1. Các trọng số của mạng nơron được huấn luyện theo biểu thức sau:

$$\begin{cases} W^{new} = W^{old} + ep \\ b^{new} = b^{old} + e \end{cases} \quad (2)$$

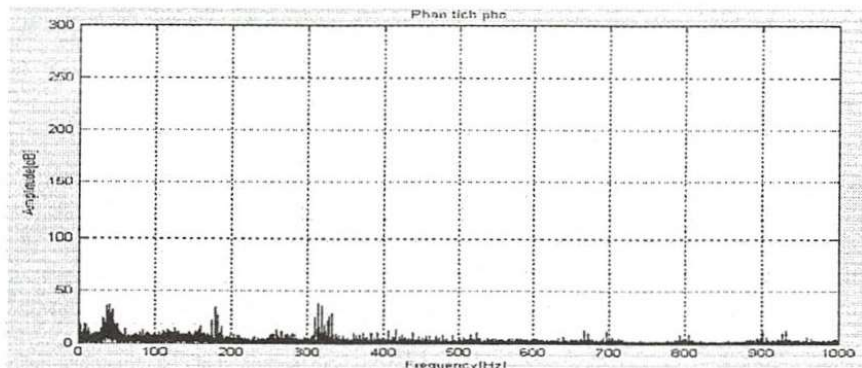
Trong đó: W^{new} là bộ trọng số mới vừa cập nhật, W^{old} là bộ trọng số cũ, p là hệ số học

$$ep = (t - a)p$$

$$e = (t - a) \quad (3)$$

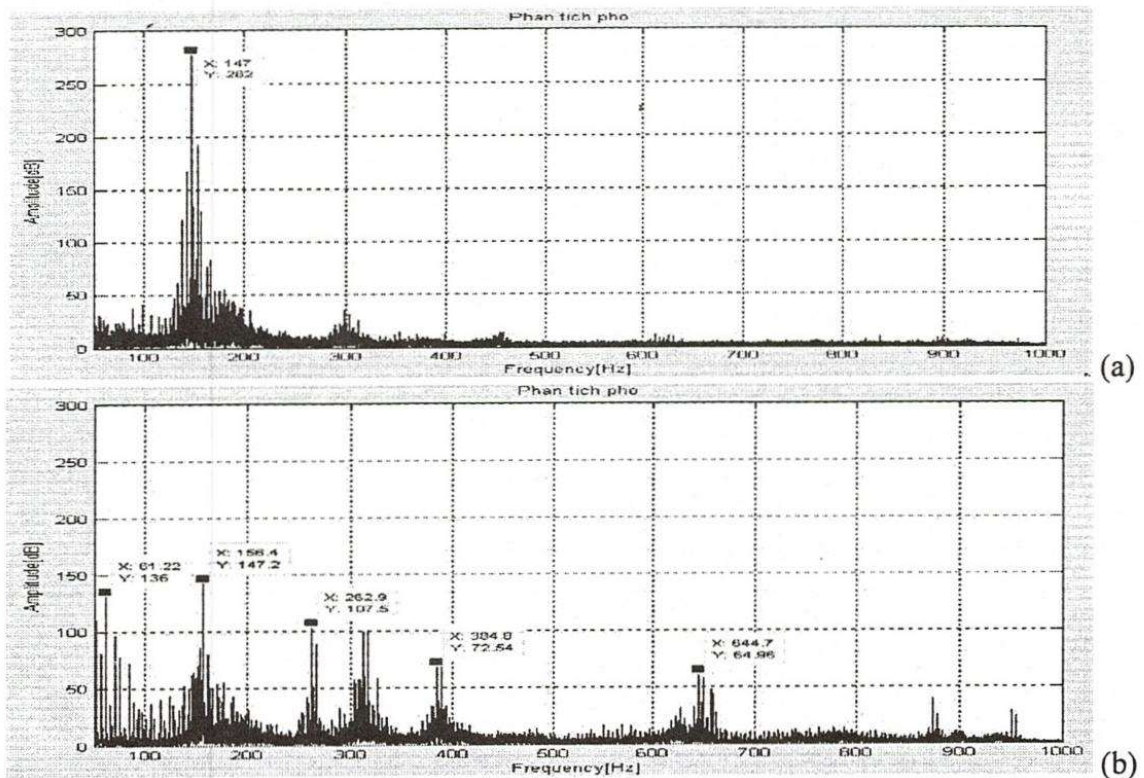
Với: t mục tiêu của hàm ra, a giá trị ra của hệ.

Sau khi tất cả các trọng số của mạng nơron trong các trường hợp hư hỏng và bình thường được huấn luyện xong, nó sẽ được lưu lại. Thực tế việc huấn luyện được thực hiện như sau. Bộ bánh răng thường được lắp vào và chạy với tốc độ 2000v/p. Đo tín hiệu dao động và chuyển qua miền tần số. Một trong các giá trị thí nghiệm được trình bày ở hình 5.



Hình 5. Các giá trị đo dao động của bánh răng thường được chuyển qua miền biểu diễn tần số

Sau đó, tiến hành thay bánh răng bị mòn hoặc gãy vào hệ. Cho hệ hoạt động với tốc độ 2000v/p, đo tín hiệu dao động, chuyển đổi tín hiệu này sang miền tần số. Một trong các kết quả được trình bày trong hình 6.



Hình 6. Các giá trị đo dao động của bánh răng hư hỏng được chuyển qua miền biểu diễn tần số. (a) gãy răng, (b) mòn răng

Sử dụng toàn bộ số liệu phân tích phổ tần số ở trên để tính ra 5 yếu tố đặc trưng và rồi dùng 5 yếu tố này để huấn luyện mạng nơ ron nhằm tìm ra bộ trọng số. Sơ đồ huấn luyện có thể được trình bày trong hình 1.

Sau đó tiến hành thay các loại bánh răng hư hỏng và bình thường khác nhau vào hệ và đo tín hiệu dao động, chuyển qua miền tần số và tính ra 5 yếu tố đặc trưng. Đưa 5 yếu tố đặc trưng vào mạng nơ ron đã huấn luyện để mạng nhận dạng ra là loại hư hỏng gì. Kết quả nhận dạng sẽ được cho trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả nhận dạng của mạng nơ ron có giám sát

STT	5 yếu tố đặc trưng					Hiện tượng khi tiến hành đo đạc	Kết quả nhận dạng
	m	[σ]	rms	sh. fa.	skewners		
01	6.4075	41.7055	86.9938	42.1944	6.5878	Gãy răng	Gãy răng
02	6.3011	42.0140	85.2650	41.8621	6.4265	Gãy răng	Gãy răng
03	6.5141	41.5236	88.0125	42.8563	6.0123	Gãy răng	Gãy răng
04	6.4258	40.8960	87.2786	41.2544	6.1587	Gãy răng	Gãy răng

05	6.4879	41.2562	86.2365	43.1470	6.9145	Gãy răng	Gãy răng
06	6.6201	40.7563	85.0151	43.5692	6.3256	Gãy răng	<i>Không xác định</i>
07	6.5620	41.5692	86.0214	41.2547	6.8795	Gãy răng	Gãy răng
08	6.3257	40.2456	88.5012	42.2563	6.3588	Gãy răng	<i>Không xác định</i>
09	6.3154	43.0140	85.9631	41.2452	6.1325	Gãy răng	Gãy răng
10	6.6121	40.2365	86.5698	43.6984	6.4279	Gãy răng	Gãy răng
11	8.1133	111.5981	108.2690	111.8914	13.8117	Mòn răng	Mòn răng
12	8.0156	115.3256	110.2563	110.5863	12.8563	Mòn răng	Mòn răng
13	7.5693	114.3565	109.3651	112.3645	13.0012	Mòn răng	Mòn răng
14	7.9852	105.2312	110.3658	113.2569	12.5685	Mòn răng	Mòn răng
15	8.5698	106.1256	107.2589	110.2563	14.2142	Mòn răng	Mòn răng
16	8.2569	112.2563	108.2472	111.2536	11.2347	Mòn răng	Mòn răng
17	7.2863	115.5698	109.1200	113.5363	13.2563	Mòn răng	<i>Không xác định</i>
18	8.6843	115.3658	110.2385	112.3652	12.6522	Mòn răng	Mòn răng
19	7.2568	116.3654	107.3256	110.2563	12.6523	Mòn răng	Mòn răng
20	7.0128	109.0302	108.3254	113.2333	12.2114	Mòn răng	Mòn răng

Qua bảng 1, một điều nhận xét rằng nhận dạng của mạng nơ ron có giám sát đôi khi bị nhầm lẫn. Sự nhầm lẫn này là do bản chất của mạng này. Sự nhầm lẫn này có thể thay đổi khi thay đổi hệ số học p trong phương trình (2). Tuy nhiên nếu hệ số học quá nhỏ thì mạng nơ ron không thể xác định nó thuộc hư hỏng nào. Nếu hệ số học lớn thì mạng nơ ron dễ nhầm lẫn các loại hư hỏng với nhau. Việc chọn hệ số học chủ yếu là do kinh nghiệm. Chính vì vậy nó đã phần nào hạn chế tính chính xác của mạng.

Trong các thí nghiệm của chúng tôi sau khi tăng lớp ẩn và thay đổi các hệ số học thì độ chính xác cao nhất có thể đạt được của mạng nơ ron là 90%. Tỷ lệ này đạt được là chưa cao. Chính vì vậy mà cần phải có phương thức mới để tăng độ chính xác của nhận dạng hư hỏng.

5. HUẤN LUYỆN MẠNG NƠN KHÔNG GIÁM SÁT

Phương pháp lấy số liệu của đầu vào cho mạng nơron không giám sát tương tự như mạng nơron có giám sát. Tuy nhiên phương pháp huấn luyện lại có khác biệt. Ở đây không cần phải phân biệt các loại hư hỏng. Các bánh răng hư hỏng và bánh răng bình thường sau khi đo đặc để lấy tín hiệu dao động, sẽ được tính 5 yếu tố đặc trưng. 5 yếu tố này sẽ là đầu vào cho mạng nơron không giám sát. Điều khác biệt giữa mạng nơron có giám sát và không giám sát là khi huấn luyện mạng nơron không giám sát, tín hiệu đầu vào không cần phải phân biệt hư hỏng hay là bình thường, tất cả các đầu vào sẽ được đưa vào cùng một lúc. Các nơron ban đầu được đặt giá trị là vector 0. Khi huấn luyện sẽ làm thay đổi các giá trị của các nơron. Quá trình huấn luyện sẽ dừng khi dịch chuyển của nơron là nhỏ trong khoảng mà đã xác định trước. Qui luật huấn luyện của mạng nơron không giám sát được trình bày như sau:

Bước 1. Xác định nơron chiến thắng bằng cách xác định khoảng cách theo tiêu chuẩn Euclid

$$i(X) = \arg \min(X - W_k); k = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Trong đó: X là véctơ đầu vào, W_k là các nơron

Bước 2. Cập nhật mới cho nơron chiến thắng:

$$W_j(t+1) = W_j(t) + c(t)[x_i(t) - W_j(E)] \quad (5)$$

Trong đó: W_j là nơron chiến thắng, c là hệ số học, hệ số này sẽ thay đổi theo số lần học được, x_i là đầu vào.

Một điều quan trọng trong mạng nơron có giám sát là số lượng nơron được sử dụng để nhận dạng hư hỏng. Nếu số lượng ít quá sẽ không đại diện hết cho các hư hỏng. Nhưng số lượng nhiều quá sẽ chồng lên nhau. Để không chế hiện tượng chồng lên thì trong giải thuật huấn luyện, khi mà bán kính của các nơron quá gần nhau thì một nơron sẽ được loại đi.

Một trường hợp khác của mạng nơron khi số lượng nơron nhiều sẽ xảy ra trường hợp một số nơron không thể cạnh tranh để chiến thắng. Chính vì vậy mà người ta đã đưa thêm hệ số lương tâm vào hay biểu thức cập nhật mới. Hệ số lương tâm này giúp cho các nơron bình đẳng với nhau hơn trong quá trình cạnh tranh [7], [8].

Trong quá trình huấn luyện mạng nơron không giám sát trong thí nghiệm này, 4 nơron đã được sử dụng. Khi gia tăng số nơron thì sẽ có sự trùng lặp nhau. Trong 4 nơron này thì 2 nơron đại diện cho hư hỏng mòn răng, còn 1 cho gãy răng và 1 cho bánh răng bình thường. Số lượng nơron sẽ phải gia tăng nếu mở rộng thêm phạm vi hư hỏng của bánh răng.

Sau khi lưu trữ 4 nơron đã được huấn luyện, việc nhận dạng loại hư hỏng của hộp số được tiến hành. Thay đổi các loại bánh răng mòn khác nhau vào trong hệ bánh răng, đo dao động của hệ và chuyển đổi Fourier để đạt được biểu diễn dưới dạng tần số. Rồi từ đó tính 5 yếu tố đặc trưng và 5 yếu tố đặc trưng này là đầu vào của mạng nơron không giám sát đã được huấn luyện. Kết quả của nhận dạng được ho trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả nhận dạng của mạng nơron không giám sát

STT	5 yếu tố đặc trưng					Hiện tượng khi tiến hành đo đặc	Kết quả nhận dạng
	m	[σ]	rms	sh. fa.	skewners		
01	6.5032	41.3741	87.0946	40.9883	6.6213	Gãy răng	Gãy răng
02	6.5094	41.1767	87.1338	41.6019	6.8487	Gãy răng	Gãy răng
03	6.4356	41.4699	87.3754	42.4842	6.2194	Gãy răng	Gãy răng

04	6.2919	41.7082	86.5766	42.5981	6.6142	Gãy răng	Gãy răng
05	6.3750	41.9455	86.3967	41.6081	6.4552	Gãy răng	Gãy răng
06	6.4735	41.2121	87.4360	42.5909	6.5502	Gãy răng	Gãy răng
07	6.5437	41.6122	86.3070	42.2296	6.3899	Gãy răng	Gãy răng
08	6.5143	41.0669	84.0959	42.3688	6.8166	Gãy răng	Gãy răng
09	6.4246	41.5812	89.0659	41.2966	6.7751	Gãy răng	Gãy răng
10	6.5149	41.5791	89.6320	41.9962	6.8848	Gãy răng	Gãy răng
11	8.3807	111.9291	108.7319	115.7332	13.8630	Mòn răng	Mòn răng
12	8.0695	112.6920	107.6004	110.3232	14.4308	Mòn răng	Mòn răng
13	8.2050	111.2536	109.8046	112.1966	13.8364	Mòn răng	Mòn răng
14	8.0854	111.2347	109.9249	108.3520	13.3975	Mòn răng	Mòn răng
15	8.0353	111.8130	110.6348	110.1315	13.4772	Mòn răng	Mòn răng
16	8.0485	111.5351	108.5099	110.7546	13.5744	Mòn răng	Mòn răng
17	8.2092	111.8709	107.9635	111.5242	14.3234	Mòn răng	Mòn răng
18	8.1964	110.6797	108.1110	111.0760	13.7412	Mòn răng	Mòn răng
19	8.1898	109.7039	106.4212	114.6362	14.0922	Mòn răng	Mòn răng
20	7.8837	111.7641	108.9629	116.0799	13.7726	Mòn răng	Mòn răng

Kết quả này có thể giúp thấy được rằng sai số của nhận dạng của mạng nơron không giám sát hầu như không có. Điều này đạt được do cách nhận dạng của mạng nơron không giám sát là dựa trên khoảng cách của một vùng không gian 5 chiều. Nếu như 5 yếu tố đầu vào nằm trong vùng đó thì nơron sẽ nhận ra là loại hư hỏng đó. Vì dùng vùng không gian nên nó không bị nhầm lẫn giữa loại hư hỏng này với hư hỏng khác hoặc là nhầm lẫn là không nhận ra là loại gì.

Trong quá trình làm thí nghiệm và sử dụng loại nơron không giám sát, một điều ưu điểm để nhận thấy là các nơron không giám sát tự động tìm các vùng mà hư hỏng phân bố và nếu như vùng này rộng thì khi đưa thêm nơron vào thì các nơron sẽ hợp lại để có thể đặc trưng toàn bộ cho loại hư hỏng mà nó đặc trưng. Sự phân bố nơron là hoàn toàn độc lập với tính chủ quan của con người và vì vậy nó sẽ nhận dạng chính xác hơn, hoàn toàn khác với mạng nơron có giám sát.

6. KẾT LUẬN

Bài báo đã giới thiệu một phương pháp chẩn đoán 2 loại hư hỏng của bánh răng là mòn răng và gãy răng bằng mạng nơron không giám sát. Mạng nơron không giám sát đã chứng minh tính ưu việt của nó trong nhận dạng của hư hỏng khi tỉ lệ nhận dạng sai gần như là 0%. Do đặc điểm của nhận dạng của loại nơron không giám sát nên số lượng thí nghiệm không đòi hỏi nhiều như loại nơron có giám sát. Ngoài ra do nhận dạng là theo vùng không gian nên sự nhầm lẫn trong nhận dạng là giảm đáng kể với loại mạng nơron có giám sát.

Tuy trong bài báo này chưa nêu hết các trường hợp hư hỏng của bánh răng cũng như các bộ phận khác của bộ truyền động, nhưng nó đặt nền tảng cho việc chẩn đoán các hư hỏng khác, hứa hẹn một máy hoàn chỉnh có thể xác định chính xác các hư hỏng của một cơ cấu truyền động nào.

APPLICATION OF THE UNSUPERVISED NEURAL NETWORK FOR DIAGNOSING FAULTS IN A SPUR GEAR SYSTEM

Luu Thanh Tung

University of Technology, VNU -HCM

ABSTRACT: *In transmission, gearbox with normal teeth is used popularly. Now, fault detection of gearbox is made by listening to abnormal noise and opening the gearbox to find the fault. This work takes much time and labour and results are not always exact. In this paper, vibration signal caused by fault are recorded and transformed into spectrum. The spectrum is used to train the unsupervised neural network. After the training is completed, the unsupervised neural network will recognize the kind of fault which is produced by gearbox. Results of recognition from this method are almost exact when compared with others.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1].Trình Chất, *Cơ sở thiết kế máy và chi tiết máy*, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, (2007).
- [2].Jammu, Vinay B., Danai, Kourosh, Lewicki and David G., *Improving the Performance of the Structure-Based Connectionist Network for Diagnosis of Helicopter Gearboxes*, Nasa technical reports, (1996).
- [3].Jianping Xuan, Hanhong Jiang, Tielin Shi and Guanglan Liao, *Gear Fault Classification Using Genetic Programming and Support Vector Machines*, International Journal of Information Technology, Vol.11 No. 9, (2005).
- [4].Lê Thanh Danh, *Nghiên cứu thiết lập hệ thống nhận dạng khuyết tật của trục và ổ bằng tín hiệu dao động*, Luận văn thạc sỹ, Trường đại Học Bách Khoa Tp. HCM, (2004).
- [5].Steven W. Smith, *Digital signal processing*, California technical publishing, (1999).
- [6].Tống Văn On, *Xử lý tín hiệu số*, Nhà xuất bản Lao động và xã hội, (2002).
- [7].*Neural networks toolbox user's guide*, The Mathworks, Prentice Hall, (1995).
- [8].Simon Haykin, *Neural networks*, Prentice Hall, (1994).