

# ABSTRACT

The complex system such as human brain generates electrical activity from thousands of neurons in the brain. This activity is given as electroencephalogram (EEG) waveforms.

The EEG recordings consist of electrical potentials in many different locations on the surface of the skull's skin (scalp). EEG potentials represent the combined effect of potentials from a fairly wide region of the cerebral cortex. These are very gross types of summation of potentials from an extremely large number of neurons in the vicinity of the sensors (electrodes) that are used to pick up the EEG activity. These potentials are presumably generated by mixing some underlying components of brain activity. The mixing of brain fields at the scalp is basically linear mixture.

The present research aims to design and implement an unsupervised neurocomputing model for separating the original components of brain activity waveforms from their linear mixture. This is called the problem of "*Blind Source Separation*" (BSS). It recovers the unobservable original independent sources from several observed (mixed) data masked by linear mixing of the sources, when nothing is known about the sources and the mixture structure.

The neurocomputing model was implemented using the recently developed source separation method "*Independent Component Analysis*" (ICA) technique for solving blind EEG source separation problem. This ICA is used to decompose the observed data into components that are as statistically independent from each other as possible. A neural-network model is proposed, and corresponding unsupervised learning algorithms are developed to achieve the separation.

Two types of ICA algorithms have been used for linear BSS problem, they are:

- ◆ "*Nonlinear Principal Component Analysis*" (NPCA) algorithm.
- ◆ "*Fast Fixed Point*" (FFP) algorithm.

The performance and effectiveness of the proposed model was tested using computer simulation. This is achieved by applying conventional waveforms, such as: sine, cosine, square, saw-tooth...etc waveforms and combination of these waveforms in many examples.

Then after, the performance of the proposed method was investigated using real EEG data signals obtained from normal and abnormal states from the (*Neurosurgery Hospital*) in Baghdad. Normal states includes some mental task, and abnormal states include epilepsy disorder only.

The proposed ICA neurocomputing model was implemented using the Matlab version 6.1 package.

The results of the present work show that the ICA can be effectively used to separate the EEG signals from their linear observation records. Separated EEG signals has been playing a key role in the diagnosis of some brain diseases.

Simulation results highlighted the good performance of the proposed model in separating the mixed signals. Moreover, the separation of real EEG data signals, i.e., the independent components of the model proved to be an important mean of presenting a new data to doctors and physicians. This is approved by the physicians of neurosurgery.

## ملخص البحث

إن أي نظام معقد كنظام الدماغ يولد فعالية كهربائية ناتجة عن آلاف من الخلايا العصبية في الدماغ. إن هذه الفعالية تتمثل بالتخطيط الكهربائي للدماغ.

إن تخطيط الدماغ يتكون من فروق في الجهد الكهربائي المتولد في مواقع مختلفة من فروة الرأس. إن هذه الفروق الكهربائية تمثل مزيجاً من الفروق الكهربائية من منطقة واسعة من القشرة الدماغية. ومن عدد كبير من الخلايا العصبية القريبة من موقع الأقطاب الموضوعة على الرأس والتي تقوم بالنقاط الإشارة. إن هذه الفروق الكهربائية المنقطعة من الرأس تتولد من اتحاد بعض المكونات الضمنية للدماغ. وإن هذا المزيج من الفروق الكهربائية المتولدة يكون مزيجاً خطياً.

إن البحث الحالي يهدف إلى تصميم وتنفيذ موديل خوسبة عصبية من دون إشراف لفصل المكونات الأصلية لإشارات الدماغ المقاسة والتي هي مزيجاً خطياً. إن هذه المشكلة تدعى مشكلة "فصل المصادر الخفية" (Blind Source Separation). وتتضمن هذه المشكلة استرجاع المصادر الأصلية المستقلة من المصادر المقاسة الممزوجة خطياً من دون أي معلومات عن تركيبة المزيج.

إن الموديل تم تنفيذه باستخدام تقنية فصل متطورة ألا وهي تقنية "تحليل المكونات المستقلة" (Independent Component Analysis) التي استخدمت لحل مشكلة فصل مصادر إشارات الدماغ الخفية. هذه التقنية تستخدم لتفكيك الإشارات الدماغية المقاسة إلى المكونات الأصلية التي تكون مستقلة عن بعضها البعض قدر الإمكان. إن الموديل الحالي اعتمد على مبدأ الشبكات العصبية وعلى التعلم من دون إشراف في عملية الفصل.

استخدمت نوعان من خوارزميات تقنية تحليل المكونات المستقلة لحل مشكلة فصل المصادر الخفية وهما:

- خوارزمية تحليل المكونات الأساسية غير الخطية.
- خوارزمية النقطة الثابتة السريعة.

ولقد اختبر أداء الموديل الحالي وفعاليته باستخدام عملية المحاكاة بالاعتماد على الحاسوب، إذ تم تطبيق الموديل على مجموعة من الإشارات التقليدية مثل: الجيب، الجيب تمام، المربعة، سن المنشار... الخ. ومزيج من تلك الإشارات معاً.

وبعد ذلك، فإن أداء الموديل تم فحصه باستخدام بيانات إشارات تخطيط الدماغ المأخوذة من حالات طبيعية و مرضية من مستشفى جراحة الجملة العصبية في بغداد. الحالات الطبيعية تتضمن القيام بمجموعة من المهام العقلية. والحالات المرضية تتضمن حالات مرض الصرع فقط. إن الموديل الحالي تم بناؤه باستخدام برامجيات Matlab V6.1.

إن نتائج العمل الحالي توضح إن تقنية تحليل المكونات المستقلة تستطيع فصل إشارات الدماغ الخفية من مزيج من الإشارات المقاسة بفعالية ودقة عالية. إن الإشارات المفصولة الناتجة تلعب دوراً كبيراً في التشخيص لبعض الحالات المرضية، إذ توفر إشارات دماغية جديدة للأطباء علاوة على الإشارات المقاسة التي تساعد في عملية التشخيص ووفقاً لرأي مجموعة من أطباء الجملة العصبية.