التدريب بإشراف ← وجود هدف , التدريب بدون اشراف ← عدم وجود هدف

التعلم بواسطة معلم بنمط تصحيح الخطأ

يستعمل هذا النوع من التدريب لتعلم الشبكات الخطية ذات الطبقة الواحدة التي تستعمل لحل مسائل التقابل الخطي بين المدخل والمخرج حيث تقوم الشبكة بحساب اشارة الخطأ $(y - \hat{y})$ من خلال الفرق بين اخراج العصبون والاخراج المطلوب ويتم تعديل قيم الأوزان عن طريق دالة الخطأ المسماة بدالة الكلفة بهدف تصغير الفارق عن طريق اشتقاق هذه الدالة بالنسبة لأوزان الشبكة وتعد هذه الطريقة في التعلم من طرائق التعلم المهمة بواسطة مُعلم وتعتبر هذه الطريقة الاكثر شيوعاً.

هناك نوع اخر من التعلم بواسطة معلم المُعتمد على الذاكرة ويتم تحديد في هذا النوع من التعلم تخزين المعلومات المتوفرة عن البيئة في الشبكة العصبونية اي تخزين مجموعة التدريب التي هي شعاع المدخل وشعاع لإخراج المقابل له ويتطلب هذا النوع من التعلم وجود معيار لتحديد تشابك الأشعة ووجود قاعه تعلم.

خوارزمية تعلم الشبكة

تمثل الاوزان المعلومات الأولية او الابتدائية التي ستُعلم او تُدرب بها الشبكة لذا لابد من تحديد الاوزان خلال مرحلة التدريب ومن اجل هذا التحديث نستعمل عده خوارزميات مختلفة وحسب نوع الشبكة ومن اهم هذه الخوارزميات (خوارزمية الانتشار العكسي للخطأ) والذي تستعمل في تدريب الشبكات العصبونية كاملة الارتباط (الارتباط التام) وذات التغذية الأمامية ومتعددة الطبقات وغير الخطية وتعد هذه الخوارزمية حالة عامة من طريقة التدريب بنمط تصحيح الخطأ وفي هذه الشبكة يتم ايجاد الخطأ بين المُخرج المستهدف والمخرج الفعلي ويرجع بهذا الخطأ عكسياً من الطبقة الأخيرة الى الطبقات المخفية ثم يعاد مرة ثانية الى طبقة المدخلات واثناء هذا الارتداد او التغذية العكسية يتم تغيير او تحديث الاوزان في الاتجاه الذي يجعل الخطأ يتناقص متجهه نحو الصفر.

ويتم تنفيذ هذه الخوارزمية من خلال مرحلتين رئيسيتين هما:

1- مرحلة الانتشار الامامي.
2- مرحلة الانتشار العكسي.

أولاً / (مرحلة الانتشار الامامي): في هذه المرحلة لا يحصل فيها اي تعديل للأوزان وتبدا هذه المرحلة بعرض الشكل المُدخل للشبكة حيث يُخصص لكل عنصر من طبقة عناصر الادخال لأحد مكونات الشعاع الذي يمثل المدخلات وتسبب قيم مكونات متجه الادخال استشارة لوحدات طبقة الادخال ويعقب ذلك انتشار امامي لتلك الاستشارة عبر بقيه طبقات الشبكة.

ثانياً / (مرحلة الانتشار العكسي): في هذه المرحلة وهي مرحلة ضبط الاوزان الخاصة بالشبكة حيث ان خوارزمية الانتشار العكسي القياسية هي خوارزميه الانحدار التجريبي والذي تسمح لأوزان الشبكة أن تتحرك على الجانب السلبي من دالة الأداء.

ان دور الانتشار العكسي يعود الى الطريقة التي يتم فيها حساب الميل لطبقات الشبكة المتعددة اللاخطية حيث يتم في احد مراحل التعلم اعادة انتشار الاشارة من المُخرج الى المُدخل بشكل عكسي وفي هذه المرحلة تحديداً يتم خلالها ضبط اوزان الشبكة اذ ان:

(αK) تعني معدل التعلم و (GK) تعني الميل الحالي

وهناك طريقتان لحساب الانحدار التدريجي

1- النموذج التدريجي المتزايد:

وفق هذه الطريقة يتم حساب الميل ومن ثم تعديل الاوزان بعد كل ادخال يُعطى للشبكة

2- نموذج الدفعة الواحدة:

وفق هذا النموذج تُزود الشبكة بكل اشعة الدخل (الادخال) قبل القيام بأي عملية تحديث للأوزان ومن ثم يمكن أن تعدل الاوزان بهذه الطريقة بعد تزويد كامل الشبكة بكل مجموعة التدريب حيث ان الميول المحسوبة في كل مثال تدريجي تضاف لبعضها البعض لتحديد التغير بالأوزان

عمليه تدريب او تعلم الشبكة العصبية الاصطناعية

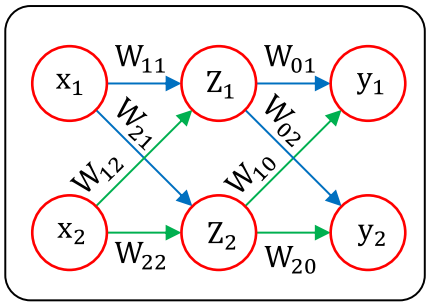
ان ظاهره التعلم في الشبكات العصبية الاصطناعية تعني تغيير الاوزان وتحديدا اوزان الاتصال ما بين الخلايا العصبية المتصلة مع بعضها البعض اي ان تغير سلوك الادخال الى سلوك الاخراج يعتمد على قيمة الاوزان المُختارة وحسب استجابتها للظروف المحيطة بها. ان عملية تدريب او تعلم الشبكة العصبية الاصطناعية تبدأ بإدخال البيانات الى الشبكة اذ تتعلم الشبكة العصبية على الخصائص والمزايا لهذه البيانات التي يتم تمثيلها بشكل متجه حيث يتكون كل متجه من جزئيين يمثل الجزء الاول مجموعة المتغيرات التوضيحية اما الجزء الثاني فيمثل متغيرات المعتمدة ويكون الجزئيان معاً المتجهات التي يتم ادخالها الى الشبكة العصبية وان كل عقده من عقد المدخلات تمثل احد قيم متغيرات المتجه الاول (المتغيرات التوضيحية) ويتم ادخال المتجه بشكل مصفوفه الى الشبكة العصبية الاصطناعية ثم تتدرب الشبكة على البيانات ونتيجة التدريب هذه تعطينا على افضل الحلول (الاوزان المثالية) والتي بدورها تُعطي افضل تقدير لقيم المعيار والتي تمثل مخرجات الشبكة العصبية.

ثم يتم بعد ذلك مقارنه هذه المُخرجات (المولدة او الناتجة بواسطة الشبكة) مع مُخرجات الهدف (المتغيرات المعتمدة او المتغيرات الحقيقية) لنحصل بعد ذلك على قيمة الخطأ (خطأ التدريب) والذي يمثل الفرق بين مخرجات الشبكة وقيم مخرجات الشبكة المرغوب بها.

ويستعمل هذا المقياس كأساس في عملية تعديل او تحديث الاوزان وتُحدث طبقات الاوزان في الشبكة العصبية الاصطناعية حسب منهجية الانتشار العكسي للخطأ والتي بدورها تُحدث اوزان الطبقة الاولى (طبقة المدخلات الى الطبقة المخفية) ثم بعد ذلك طبقة الاوزان من (الطبقة المخفية الى طبقة المخرجات).

ان الهدف الرئيسي من تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية على البيانات هو الحصول على أقل خطأ تدريبي وبالنتيجة نحصل على الاوزان المثلى الذي يتم اعتمادها في التنبؤ لبيانات جديدة لم تخضع الى التعلم.

في حين ان قيم الاوزان الابتدائية عند بدء عملية التدريب تؤخذ كقيم عشوائية يتم توليدها من توزيعات إحصائية حيث ان عملية التدريب او التعلم من اكثر الطرق شيوعاً واكثرها اهمية ويطلق على هذه العملية تسميه التعلم المُراقب او التعلم المشرف وفي بعض الاحيان تسمى التعلم في بإشراف:



منهجية الانتشار العكسي للخطأ

ان الخطوات الأساسية لمنهجية الانتشار العكسي (E B P) هي عملية حساب خطأ طبقة المخرجات لتحديث الاوزان الذي تقع بين الطبقة المخفية وطبقه المخرجات ومن ثم حساب خطأ الطبقة المخفية لتحديث اوزان طبقة المدخلات مع الطبقة المخفية وبعد ذلك يتم حساب مخرجات الشبكة بالأوزان الجديدة لتستمر العملية في حساب الخطأ وتحديث الاوزان حتى الوصول الى أقل خطأ ممكن في الشبكة العصبية الاصطناعية. ان الغرض من تدريب الشبكات العصبية الاصطناعية على وفق منهجية الانتشار العكسي للخطأ هو الحصول على اوزان مُثلى التي تُعطي أقل خطأ بين مخرجات الشبكة العصبية وبيانات النموذج حيث تستعمل هذه الاوزان لحساب التنبؤات للبيانات الجديدة التي لم يسبق لشبكة أن تدربت عليها.

ان الخطوات الأساسية وفق هذه المنهجية تتمثل:

1- بحساب اخطاء طبقة المخرجات لتحديث اوزان الطبقة المخفية الى طبقه المخرجات.

2- حساب اخطاء الطبقة المخفية. لتحديث طبقة المدخلات الى الطبقة المخفية.

3- حساب مخرجات الشبكة لتستمر العملية في حساب الاخطاء وتحديث الاوزان حتى الوصول الى خطأ مُمكن في للشبكة العصبية.

ان الجدير بالذكر ان القيم الأولية (الابتدائية) للأوزان في بداية عملية التدريب للشبكة تأخذ كـ قيم عشوائية يتم توليدها من توزيعات إحصائية. وتمتاز شبكة الانتشار العكسي للخطأ بالمميزات الأتية:

1- ضمان الحد الادنى لمتوسط مربع الخطأ.

2- قابلتها للتعامل مع البيانات المشوشة.

3- قدرتها على معالجة الأنظمة والدوال غير الخطية وغير القابلة للفصل الخطي.

خوارزمية الانتشار العكسي للخطأ Error Back propagation Algorithm

إن تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية باستعمال الانتشار العكسي يتضمن ثلاث مراحل هي كالآتي (مهمة):

- مرحلة الانتشار الأمامي للخطأ Forward Stage.
- مرحلة الانتشار الخلفي للخطأ Back Pass Stage.
- مرحلة تحديث «توليف» أوزان الشبكة Update Weights Stage.

خلال مرحلة الانتشار الأمامي , تنتشر إشارة المدخلات إلى كل عقدة من عقد الطبقة المخفية ثم يتم حساب قيمة التنشيط لكل عقدة من عقد الطبقة المخفية لهذه الإشارة وبعدئذٍ ترسل هذه العقد إشاراتها الى كل عقدة من عقد طبقة المخرجات ثم يتم حساب قيمة التنشيط لكل عقد من عقد طبقة المخرجات لتشكل استجابة الشبكة لعينة المدخلات المعطاة.

وخلال مرحلة التدريب تقوم كل عقدة في طبقة المخرجات بمقارنة تنشيطاها المحسوبة مع قيمة المخرجات الفعلية لتحدد قيمة الخطأ الحاصل لتلك العقدة , واعتماداً على قيمة حساب معامل تصحيح الخطأ (δk) , حيث يستعمل معامل تصحيح الخطأ (δk) لتوزيع الخطأ على العقد في طبقة المخرجات لتتم إعادته الى كل عقدة في الطبقة السابقة , وكذلك يستعمل هذا المعامل لتحديث الأوزان في طبقة المخرجات والطبقة المخفية , وبطريقة مشابهة يتم حساب معامل تصحيح الخطأ (δj) بالنسبة لكل عقدة من عقد الطبقة المخفية , ويستعمل هذا المعامل لتحديث الأوزان في الطبقة المخفية وطبقة المدخلات. وبعد تحديد عوامل تصحيح الخطأ (δ) يتم توليف الأوزان بالنسبة لجميع الطبقات في نفس اللحظة ويمكن إيجاز خوارزمية أو منهجية عمل هذه الشبكة بالخطوات الآتية:

1- توليد قيم أولية للأوزان «من إحدى التوزيعات الإحصائية».

2- تستقبل كل عقدة في طبقة المدخلات إشارة دخلها ثم إرسالها إلى جميع عقد الطبقة المخفية.

3- تجمع كل عقدة في الطبقة المخفية قيم إشارات دخلها الموزونة وبموجب المعاداة الآتية:

$$h_j = 2/\left(1 + \exp\left(-\sum x_i W_{ij}\right)\right) - 1$$

4- تطبيق دالة التنشيط لتقدير مخرجات الطبقة المخفية , وترسل قيم التنشيط إلى جميع العقد في طبقة المخرجات.

5- تجمع كل عقدة في طبقة المخرجات إشارات دخلها الموزونة وبموجب المعادلة الآتية: