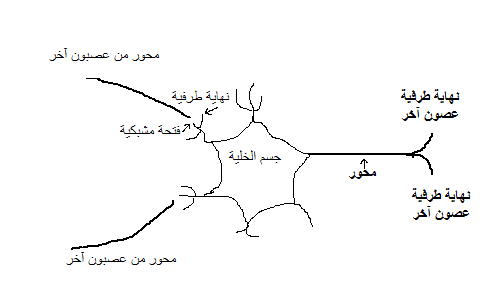
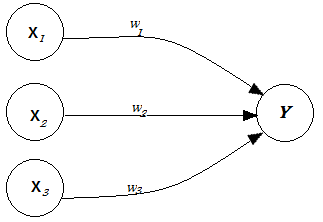
الشبكات العصبية الاصطناعية Artificial Neural Networks (ANN)

هي نظام لمعالجة المعلومات, مستوخى في عمله على الشبكات العصبية الحيوية, حيث تعمل على معالجة المعلومات بطريقة مستوحات من معالجة الأعصاب الحيوية للمعلومات و ويتركز مبدأ عمل الشبكات العصبية الاصطناعية على الخطوات التالية:

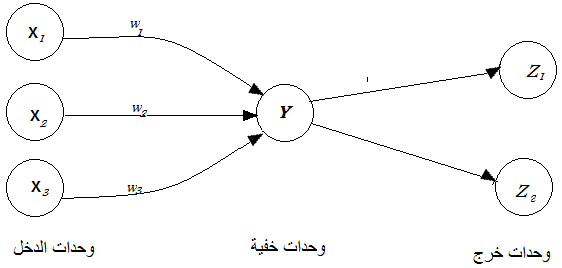
* تتم معالجة المعلومات في عناصر معالجة بسيطة تدعى **العصبونات**
* تمر الإشارات بين العصبونات عبر خطوط ربط
* لكل خط ربط **وزن** معين(قيمة عددية) يحدد قوة الإشارة الداحلة إلى العصبون
* لكل عصبون **تابع تنشيط** ،يتم جمع الإشارات الداخلة إليه، ومن ثم يتم تطبيق هذا التابع على مجموع الإشارات الداخلة إليه، ليحدد إشارة الخرج من هذا العصبون.





توصف الشبكة العصبية بما يلي:

* شكل الترابط بين العصبونات ( المعمارية ).
* طريقة تحديد أوزان الترابطات بين العصبونات (خوارزمية التدريب).
* نوع تابع التنشيط المستخدم في العصبونات.
* طريقة تعليم الشبكة العصبية (تعليم بإشراف، بدون إشراف، التعليم المعزز،..).

--

ويوجد العديد من أنواع الشبكات العصبية و التي تختلف في بنيتها و طرق تدريبيها ولا يسع المجال لذكرها هنا, و سوف يقتصر دراستنا هنا على الشبكات التي تعمل على مبدأ الانتشار الأمامي Feed Forwared Neural Neworks والشبكات العصبية الدورانية وRecurrent Neural NetWorks و التي تعتمد ي تريبيها خوارزمية الانتشار الخلفي للخطأ **Back Propogation For Error** و التي تسمى احتصاراً **الانتشار الخلفي BackPropogation (BP)**.

# الشبكات العصبية المعتمدةعلى الانتشار الخلفي Backpropgation Neural Nets

مرت أبحاث الشبكات العصبية الاصطناعية في مرحلة من التباطئ خلال مرحلة السبعينيات من القرن الماضي و ذلك بسبب أن العديد من الشبكات العصبية المقترحة لم تعطي النتائج المرجوة منها حيث أن معظم هذه الشبكات كانت تتالف من طبقة واحدة من العصبونات و التي تم البرهان على مخدودية هذه الشبكات

كان اكتشاف فكرة الانتشار الخلفي(للخطأ) الفضل الأكبر في إعادة الاهتمام بالشبكات العصبية و خاصة أنها كانت السبب في بناء شبكات عصبية ذات قدرة كبيرة على تخزين عدد كبير من الأنماط و استخدمت في العديد من التطبيقات, مجال التعرف على الحروف و توليد الكلاكم

## الشبكات العصبية ذات الانتشار الأمامي FeedForward Neural Networks

وهي الشبكات العصبية التي تكون الوصلات بين العصبونات لا تشكل حلقات مغلقة بحيث أن اتجاه مرور البيانات في الشبكة العصبية يكون باتجاه واد فقط من الدخل إلى الطبقات الخفية -إن وجدت- إلى طبقة الخرج و هي أبسط أشكال الشبكات العصبية.

تتكون شبكات الانتشار الأمامي من عصبونات موزعة في طبقات وهذه الطبقات هي

* طبقة الدخل.
* الطبقات الخفية و يمكن أن تكون غير موجودة أو أكثر من طبقة و احدة .
* طبقة الخرج.

يتم الربط بين العصبونات في كل طبقة والطبقة التي تليها مجموعة أوزانW، كما أن كل عصبون في الشبكة عدا عصبونات طبقة الدخل

* برامتر إضافي يدعى الانحيازBias b يحدد مدى قابلية العصبون للقدح.
* تابع التفعيل activaion function يحدد خرج العصبون *o*.

ليكن لدينا العصبون الموجود في الطبقة من الشبكة العصبية يمكن أن نحدد خرج هذا العصبون بالعلاقة التالية

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| (1) |  |  |

حيث

هو خرج العصبون في الطبقة السابقة .

الوزن الذي يربط العصبون في الطبقة والعصبون الطبقة السابقة .

انحياز العصبون في الطبقة .

يمكن التعبير عن العلاقة السابقة باسخدام جداء المصفوفات

حيث

مصفوفة الأوزان بين الطبقتين l-1,l و ابعادها

*انحياز العصبونات في الطبقة .*

*بالنسبة للتوابع التنشيط للعصبونات في طبقات الشبكة العصبية فيوجد العديد من التوابع الرياضية التي يمكن أستخدامها*

*ومن أهم هذه التوابع*

*تابع السيغمويد*

*و تابع softmax*

## تدريب الشبكات العصبية ذات الانتشار الأمامي باستخدام الانتشار الخلفي للخطأ

عادة ما يتم تدريب شبكات الانتشار الأمامي باستخدام ما يسمى التعليم بالأشراف supervised learnig حيث يتم خلال مرحلة تدريب الشبكة العصبية بيانات على شكل أزواج (X,Y) حيث X هو شعاع الدخل للشبكة و Y هو القيمة المراد من الشبكة العصبية ان تنتجها , و يراد بتدريب الشبكة العصبية هو تعلم العلاقات بين الدخل و الخرج الصحيح المقابل لها من أجل استعمالها من أجل قيم للدخل لم يتم تدربيه عليها و هو ما يسمى بالتعميم gernalization [1].

عند تدريب الشبكة العصبية يجب أن يكون هنالك مايسمى تابع الكلفة Cost Functionأو تابع الخطأ Loss Function،حيث يقوم هذا التابع بقياس الفرق بين خرج الشبكة العصبية و القيمة المتوقعة من الدخل الذي تم تطبيقه على الشبكة العصبية.

أحد أهم التوابع المستخدمة كتابع خطأ هو **الخطأ التربيعي المتوسط Mean** squared **Error MSE**

حيث هو القيم الهدف من مثال التدريب و هو خرج الشبكة العصبية من أجل الدخل ، N عدد عناصر أزواج أمثلة التدريب,W هي مجموعة أوزان الشبكة العصبية و الهدف من عملية التدريب هي البحث عن قيم W التي تعطي أصغر قيمة لـE .

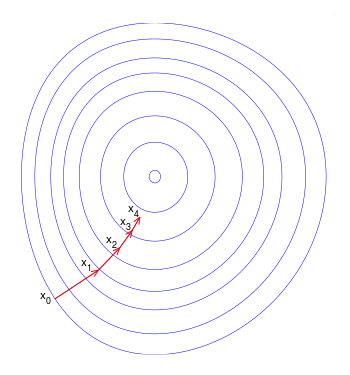
أن خوارزمية الانتشار الخلفي لتدريب الشبكة العصبية تعتمد على قاعدتين رياضيتين هما الانحدار المتدرج Gradient Descent و مشتق تابع التابع قاعدة السلسلة (Chain Rule)

# مقدمة رياضية

## الانحدار المتدرج [1] Gradient Descent

وهي خوارزمية تحسين تكرارية خطية للحصول للحصل على النهاية المحلية الصغرى لتابع رياضي، خيث باستخدام الانحدار المتدرج نقوم بأخذ خطوات صغيرة تتناسب مع سالب مشتق التابع عند النقطة الحالية

ليكن لدينا تابع معرف من عدة متحولات F(X) ومستمر وقابل للاشتقاق عند النقطة a و بالتالي فان التابع F(X) يتناقص بشكل أسرع إذا انتقلنا من a النقطة باتجاه سالب مشتق التابع F عند النقطة a و ذللك بالمقدار الذي يسمى حجم الخطوة أو في مجال تدريب الشبكات العصبية معدل التعلم Learning rate



و بالتالي فإن إضافة الحد إ إلى a فإننا تتحرك باتجاه النهاية المحلية, و بالتالي يمكن أن نبدأ من النقطة باتجاه النهاية المحلية الصغرى للتابع F عن طريق الانتقال عبر النقاط

وبالتالي يصبخ لدينا سلسلة متناقصة

حيث يُأمل بعد عدد محدد من الخطوات الوصل إلى النهايه المحلية الصغرى للتابع F.

## مشتق تابع التابع قاعدة السلسلة (Chain Rule) [2]

ليكن التابع F(x) عبارة عن تابع رياضي مركب من تابعين رياضين أو أكثر لـx تمكننا قاعدة Chain Rule من حساب مشتق التابع بالنسبة لـx

و بتطبيق Chain Rule لحساب مشتق التابع يمكن كتابة

و إذا كان F,g,h توابع بأكثر من متحول يمكن كتابة المشتقات الجزئية بالنسبة للمتحول X

## حساب المشتقات الجزئية لتابع الخطأ بالنسبة للأوزان

سنستخدم لحساب مشتقات تابع الخطأ المصطلحات التالية

: الوزن للعصبون من الطبقة للدخل القادم من العصبون من الطبقة السابقة.

: انحياز للعصبون من الطبقة

: مجموع الجداءات الواردة و انحياز إلعصبون من الطبقة.

: خرج للعصبون من الطبقة

: عدد العصبونات في الطبقة

: تابع التفعيل لعصبونات الطبقات الخفية.

: تابع التفعيل لعصبونات طبقة الخرج.

لحساب المشتق الجزئي لتابع الخطا‘ بالنسبة للأوزان في الشبكة العصبية نطبق قاعدة السلسة

يسمى الحد الأول الخطأ

أما الحد الثاني فيتم حسابه

و بالتالي فإن المشتق الجزئي يمكن كتابته

و باعتبار عدد طبقات الشبكة m ، يمكن البرهان أن الخطأ قي طبقة الخرج يساوي

و بالتالي يمكن كتابة

أما في الطبقات الخفية فإن الخطأ فيها يمكن حسابه من العلاقة

و بالتالي فإن مشتق التابع بالنسبة لأوزان الطبقة الخفية

لتدريب الشبكة العصبية باستخدام الانتشار الخلفي نستخدم الخطوات التالية:

.1 تهيئة الأوزان في الشبكة بقيم عشوائية صغيرة.

.2 طالما أن شرط التوقف لم يتحقق كرر الخطوات من 3 حتى 6

.3 حساب الانتشار الأمامي من أجل كل زوج تدريب نفذ الانتشار الامامي في الشبكة و حساب القيم التالية و تخزينها ، ، من أجل كل عقدة في الطبقة الشبكة و من طبقة الدخل 0 و حتى طبقة الخرج *M*

.4 حساب الانتشار الأمامي من أجل كل زوج تدريب نفذ الانتشار الامامي في الشبكة و حساب القيم التالية و تخزينها ، ، من أجل كل عقدة في الطبقة الشبكة و من طبقة الدخل 0 و حتى طبقة الخرج *M*

.5 حساب الانتشار الخلفي من أجل كل زوج تدريب و حساب المشتقات الجزئية لتابع الخطأ وفق العلاقات الذكورة أعلاه

.6 تحديث الأوزان في الشبكة العصبية وفق علاقات الانحدار المتدرج