الباب الأول

الشبكات العصبية

يمكن اعتبار الشبكات العصبية علماً جديداً يسعى لإنتاج حاسبات تعمل بنفس فكرة العقل البشري، فالعقل البشري ينفذ العمل من خلال ملايين من الخلايا العصبية التي تتفرع بدورها إلى الملايين، من الزوائد العصبية ومن خلال هذه الخلايا العصبية يتم تخزين المعرفة عن العالم الخارجي في العقل البشري فالشبكات العصبية تسعى لكى تنتج أجهزة وأنظمة تحاكي بها فكرة عمل العقل البشري، حيث تتكون الشبكة العصبية من جهاز يحتوي على عدة معالجات مع عدة ذاكرات مرتبطة مع بعضها البعض بصورة متوازية مما يجعلها تقوم بتنفيذ المهام بنفس فكرة الخلايا العصبية في العقل البشري.

بدأت بعض جوانب هذه الشبكات ترى النور حيث نجد بعض الأجهزة التي تحتوي على معالج ضخم يحتوي على عدد من وحدات المعالجات البسيطة أو عدة معالجات موزعة على التوازي بدلاً من المعالج الذي يحتوي على الوحدات، بحيث تقوم بتخزين المعرفة العملية لتجعلها متاحة للمستخدم عن طريق ضبط الأوزان، وقد قدمت الشبكات العصبية بعض الحلول والتطبيقات في عدة مجالات نذكر منها :

1. **تمييز الأنماط والتعرف على الصور .**
2. **القدرة على التعرف على الصور المشوهة .**

3. إكمال الصور التي فقدت جزءاً منها، مثل الصور المرسلة بواسطة الأقمار الصناعية .
4. عمليات التصنيف إلى عدد من الفئات مثل تصنيف الحيوانات إلى أليفة ومفترسة .

فلو أخذنا مثالاً على عملية التعرف على الكائنات الحية، وقمنا ببرمجة برنامج بالطريقة التقليدية للتعرف على هذه الحيوانات فإن ذلك سيكون صعباً للغاية فضلاً عن كونه محدود القدرات، فالتطبيقات التقليدية تمر بعدة مراحل تتطلب في معظمها وجود الإنسان، وتتطلب برنامجاً ضخماً للتعرف على كل حيوان على حده بينما في الشبكات العصبية فإن الشبكة تتبع نفس الطريقة التي يتعلم بها الإنسان عن طريق عرض صور الحيوانات وضبط الأوزان حتى يتم تخزين المعرفة بصورة صحيحة في ذاكرة الحاسب، ومع تكرار الصور وتنوعها تتعلم الشبكة وتصبح قادرة على إعطاء إجابات صحيحة، وكل ذلك لا يتطلب كتابة برنامج ضخم كما في التطبيقات التقليدية .

مكونات الشبكة العصبية

كما أن للإنسان وحدات إدخال توصله بالعالم الخارجي وهي حواسه الخمس، فكذلك الشبكات العصبية تحتاج لوحدات إدخال، ووحدات

معالجة يتم فيها عمليات حسابية تضبط بها الأوزان و تحصل من خلالها على رد الفعل المناسب لكل مدخل من المدخلات للشبكة .

فوحدات الإدخال تكوّن طبقة تسمى طبقة المدخلات، ووحدات المعالجة تكوّن طبقة المعالجة وهي التي تخرج نواتج الشبكة وبين كل طبقة من هذه الطبقات هناك طبقة من الوصلات البينية التي تربط كل طبقة بالطبقة التي تليها ويتم فيها ضبط الأوزان الخاصة بكل وصلة بينية، وتحتوي الشبكة على طبقة واحدة فقط من وحدات الإدخال لكنها قد تحتوي على أكثر من طبقة من طبقات المعالجة.

كيف تعمل الشبكة العصبية

هناك أنواع مختلفة من الشبكات العصبية ولكل نوع طريقة عمل خاصة وحتى نقف على كيف تعمل الشبكة العصبية سنتناول فكرة عمل واحدة من هذه الشبكات وهي الشبكة البرسبترون التي تستخدم في التطبيقات التي تحتاج إلى تصنيف الأنماط إلى فئتين فقط، أي التي يمكن فصل أنماطها بيانياً بواسطة خط مستقيم، وتسمى هذه النوعية من الأنماط الأنماط القابلة للفصل خطياً وتتكون هذه الشبكة من طبقة المدخلات وطبقة واحدة أو طبقتين من طبقة المعالجة بحيث لا تزيد طبقة المعالجة، عن طبقتين، بالإضافة إلى إنه يتم ضبط الأوزان لطبقة واحدة

فقط من طبقات الوصلات البينية التي تربط بين الطبقات السابقة، لتبقى الطبقة الأخرى (إن وجدت) ثابتة الأوزان والفكرة التي تعمل وفقها هذه الشبكة أو كيفية تعليم هذه الشبكات العصبية تتلخص في تتبع مرحلتين هما : مرحلة التعليم ـ مرحلة الاختبار .

مرحلة التعليم : وهي المرحلة التي يتم فيها ضبط أوزان الوصلات البينية حتى تصل إلى أوزان قادرة على إعطاء إجابات صحيحة، ويتم ذلك عن طريق قيام وحدات المعالجة بثلاث عمليات رئيسية :

عملية جمع الأوزان: تقوم كل وحدة معالجة بعملية الجمع لكل وزن مدخل لها و الملحق بالوصلة البينية التي تربط بينها وبين الوحدة الموجودة في الطبقة التي تسبقها، مضروباً في القيمة الخارجة من تلك الوحدة، وهو على الصيغة حيث w_{ji} هو الوزن الملحق بالوصلة البينية التي تربط وحدة المعالجة j بالوحدة i الموجودة في الطبقة التي تسبقها، وa_i هي القيمة الخارجة من الوحدة i ، و S_j هي ناتج عملية الجمع لكل وحدة معالجة j .

عملية التحويل : تتم هذه العملية في الطبقة الأخيرة من طبقات المعالجة حيث يتم تحويل ناتج عملية الجمع المذكور في العملية السابقة إلى أحد القيم التي يفترض أن تكون ضمن نواتج الشبكة المرغوب فيها فمثلاً لو

كانت الشبكة ستتعلم كيف تصنف الأعداد إلى فردي وزوجي، على أن تعطي كل عدد فردي القيمة 0 وكل عدد زوجي القيمة 1، فإن قيمة S_j وهى ناتج عملية الجمع لن يعطي القيمة 0 أو 1 غالباً، لذا لا بد من تحويل هذا الناتج إلى إحدى هاتين القيمتين، عن طريق قاعدة التحويل التي يحددها المبرمج فمثلاً تكون القاعدة كالتالي :

$$1=\text{then } X_j \ 0 <\text{if } S_j$$

$$0=\text{then } X_j \ 0 =>\text{if } S_j$$

حيث Xj هي القيمة الخارجة من وحدة المعالجة j .

عملية ضبط أوزان الشبكة : بعد إتمام عملية التحويل يتم مقارنة الناتج الذي تعطيه الشبكة مع الناتج الصحيح الذي يفترض أن تعطيه الشبكة، عن طريقة طرح الناتج الهدف(الصحيح) من ناتج الشبكة، فإذا كان ناتج الطرح مساوياً للصفر فهذا يعني أن الشبكة أخرجت ناتجاً صحيحاً، أما إن كان غير ذلك فالشبكة تحتاج لضبط أوزانها، من خلال قاعدة التعليم التالية: $a_i(X_j - C(t_j + w_{ji}old = w_{ji}new$ حيث:

- $w_{ji}new$ هي قيمة الوزن الجديد الملحق بالوصلة البينية بين الوحدة j الوحدة i .

- و $w_{ji}old$ هي قيمة الوزن القديم الملحق بالوصلة البينية بين الوحدة j والوحدة i .

- و C هو معدل التعلم وهي قيمة ثابتة عادة ما تكون قيمة أقل من 1 .

- و t_j هي القيمة الهدف للشبكة .

- و X_j هي القيمة التي أنتجتها الشبكة .

- و a_i هي المخرج من الوحدة i .

مرحلة الاختبار : اختبار الشبكة مشابه تماماً لعملية التعليم إلا أن الشبكة في هذه المرحلة لاتضبط أوزانها، وإنما فقط تقوم بعمليتي الجمع والتحويل ومقارنة الناتج الذي تنتجه الشبكة بالناتج الهدف حيث يتم عرض فئة اختبار على الشبكة وتحتوي هذه الفئة على مجموعة من المدخلات والمخرجات المصاحبة لكل مدخل ويفضل أن تكون فئة الاختبار مختلفة عن فئة التدريب .

فإذا استطاعت الشبكة اجتياز الاختبار وإعطاء إجابات صحيحة تصبح الشبكة جاهزة للاستخدام.

وهناك شبكة عصبية تتكون من مجموعة مترابطة من الفروع، وأقرب إلى شبكة واسعة من الخلايا العصبية في الدماغ البشري.

دراسة الشبكة العصبية الاصطناعية بدأت خلال العقد السابق لتأسيس أبحاث الذكاء الاصطناعي في الستينات، حيث وضع فرانك روزنبلات نسخة هامة وجديدة؛ وهى، المستقبلات طور بول فربوس خوارزمية اعادة الانتشار للمستقبلات المتعددة الطبقات في عام 1974، مما أدى إلى نهضة في مجال البحث والشبكة العصبية والترابط بشكل عام في منتصف الثمانينات شبكة هوبفيلد ، هي شكل من أشكال شبكة الجذب، وكان أول من وصفها هو جون هوبفيلد في عام 1982.

من شبكات البناء التي تم تطويرها شبكة ال feedforward، وشبكة القاعدة الشعاعية، خريطة كوهونن المنظمة ذاتياً ومختلف الشبكات العصبية المتكررة تطبق الشبكات العصبية على مشكلة التعليم، باستخدام تقنيات مثل التعلم بطريقة هب والتعلم التنافسى والتصميمات الجديدة نسبياً مثل التسلسل الهرمي للذاكرة الزمنية وشبكات الاعتقاد العميق.