

Doorbraak neurale netwerken afhankelijk van standaardisatie*

Wim Wiegerinck en Bert Kappen
Stichting Neurale Netwerken

Het tijdperk van het neurale netwerk als modeverschijnsel, dat aan het eind van de jaren tachtig begon, is voorbij. Er zijn inmiddels honderden werkende toepassingen die worden gebruikt door het Europese bedrijfsleven. En dit aantal groeit gestaag. Maar Europa loopt nog wel achter bij de Verenigde Staten, hoewel het technologische kennisniveau gelijk is. Dit zijn de belangrijkste conclusies van SIENA (Stimulation Initiative for European Neural Applications), een Esprit-project dat is opgezet om de huidige Europese positie met betrekking tot commerciële toepassingen van neurale netwerken in kaart te brengen. Het project is uitgevoerd door zes organisaties uit verschillende EU-landen (Duitsland, Frankrijk, Spanje, Nederland en twee uit Engeland).

Bijna de helft van alle neurale netwerken zijn toegepast in productie processen, vooral door de grote industriën. Ongeveer een kwart van de toepassingen bevindt zich op het gebied van de financieën, de zakelijke dienstverlening en marketing. Dit beeld verschilt niet veel per land. De aandacht die wordt besteed aan neurale-netwerk technologie verschilt wel per land. In Engeland, Duitsland en Nederland zijn er relatief veel toepassingen. In de Zuid-Europese landen is de technologie nog veel minder doorgedrongen.

Neurale netwerken worden in alle sectoren toegepast. Een typisch Nederlandse toepassing is bijvoorbeeld geïnstalleerd bij Rijkswaterstaat voor het voorspellen van de waterhoogten en onderstromen in de havens van IJmuiden en Rotterdam voor de scheepvaart. Het probleem was dat het bij laagtij te gevaarlijk was om zeeschepen met grote diepgang de haven binnen te loodsen omdat de stromingen niet goed bekend waren. Het bleek niet haalbaar om numerieke modellen van de waterstromen bij de havens te maken. Zo'n model staat of valt met een exacte hydrologische en gekoppelde meteorologische modellering van het haven gebied. Bovendien zou zo'n model te rekenintensief zijn. Tot voor kort moesten de loodsen daarom vooral vertrouwen op hun intuïtie.

Zonder een betrouwbare stroomverwachting waren zij echter gedwongen een veiligheidsmarge in acht te nemen, met als gevolg dat er minder schepen naar binnen werden geloodst dan mogelijk was. Het neurale netwerk, getraind met stromings- en windinformatie op een aantal plekken van het haven gebied en de Noordzee, bleek al snel in staat te zijn een goed intern model te vormen en zo

*Dit artikel is verschenen in de Automatisering Gids van 11 oktober 1996 nr 41

betrouwbare verwachtingen te leveren. Het werd mogelijk meer schepen veilig naar binnen te loodsen.

Duitse Banken

Tot de verbeelding spreken de neurale netwerken die on-line sensorische gegevens verwerken. Een bekend voorbeeld is het neurale netwerk dat gezichten herkent bij een aantal grote Duitse banken. Om het gebouw binnen te komen moet de gebruiker zijn pasje invoeren. Tegelijkertijd wordt het gezicht door het systeem gescand en door het neurale netwerk vergeleken met de het gezicht van de eigenaar van het pasje zoals het netwerk zich die herinnert.

Uiteraard gaat de deur alleen open als het gezicht herkend wordt. Wordt het gezicht niet herkend - wellicht omdat iemand met een gestolen pasje probeert binnen te komen - wordt toch het gescande gezicht opgeslagen om eventuele opsporing door de politie te vergemakkelijken.

Het systeem is gebaseerd op jarenlange studie van de visuele informatieverwerking in het menselijke brein. En net zoals het menselijk brein heeft het systeem er geen moeite mee iemand te herkennen die niet recht voor de camera staat, zich niet geschoren heeft, of een nieuwe bril draagt. Voor installatie van dit systeem in een kerncentrale moest worden aangetoond dat het systeem niet kan worden gekraakt met een foto, of met een driedimensionaal gegoten afdruk van een gezicht.

Dit soort imitaties van menselijk functioneren zijn echer uitzonderingen. De meeste neurale netwerken worden gebruikt om structuur te vinden in data die in de loop der jaren zijn vergaard.

Een sterk groeiend toepassingsgebied is marketing. Vooral in Engeland, waar neurale netwerken het verst zijn doorgedrongen in het bedrijfsleven, zijn er op dit gebied veel toepassingen gerealiseerd. Het voorspellen van koopgedrag van consumenten is voor veel bedrijven van groot belang.

Zo is bij het dagblad de Telegraaf een neurale netwerk ontwikkeld om de leveringen van kranten en tijdschriften voor de losse verkoop te optimaliseren. Voor ieder verkooppunt - of dat nu een supermarkt of een sigarenhandelaar is - moet elke dag het aantal kranten worden bepaald dat wordt geleverd. Te veel kranten is zonde van het papier. Te weinig kranten betekent omzetverlies en leidt wellicht tot ontevreden lezers.

Ideaal is als er aan ieder verkooppunt zoveel wordt geleverd dat er aan het einde van de dag precies één krant overblijft. Het is dan namelijk zeker dat er genoeg kranten zijn geleverd. Natuurlijk is nooit precies te voorspellen wat de optimale levering is. Omdat er duizenden verkooppunten zijn is het bepalen van de leveringen geautomatiseerd. Tot nu toe gebruikte de Telegraaf een lineair-regressiemodel, een conventionele statistische methode. Testen hebben echter laten zien dat leveringen die bepaald zijn met neurale netwerken, aanmerkelijk beter zijn.

Vooral grote bedrijven maken gebruik maken van neurale netwerken. De reden is dat het implementeren van een neurale netwerk veelal specialistenwerk vereist. Bovendien is succes vooraf vaak niet verzekerd. Ondanks het feit dat een

succesvolle toepassing zich makkelijk terugverdient, is zo'n risicovolle investering lang niet voor alle bedrijven aanvaardbaar. Het zijn vooral de grote bedrijven met een eigen onderzoeks- en ontwikkeling afdeling die dit risico kunnen en willen nemen.

Specialisten werk

Ondanks dat neurale netwerken in een flink aantal toepassingen goed hebben gescoord is de bijdrage aan de automatisering in het algemeen eigenlijk nog minimaal. Een van de obstakels voor een wijdverspeide toepassing ervan is dat voor het trainen en interpreteren van een neuraal netwerk veel specialistenwerk nodig is. De specialist moet bepalen hoe complex het neuraal netwerk moet zijn en met welke data het moet worden getraind - irrelevante gegevens kunnen de prestaties van het netwerk verslechteren.

Een grote doorbraak van neurale netwerken is pas te verwachten als het trainen van een neuraal netwerk een standaard techniek wordt die iedereen kan inzetten zonder hulp van een specialist. In een ideale situatie zou het netwerk aan de hand van de beschikbare gegevens zelf kunnen uitzoeken hoe complex het netwerk moet zijn, welke gegevens relevant zijn, en -zeer belangrijk- hoe betrouwbaar het uiteindelijke trainingsresultaat is. Dit zijn voorwaarden waaraan de meeste klassieke statistische technieken voldoen. Het is niet verwonderlijk dat met methoden uit dezelfde statistiek nu wordt gepoogd dezelfde voorwaarden mogelijk te maken voor neurale netwerken.

Een reden waarom veel bedrijven aarzelen om neurale netwerken toe te passen is dat een dergelijk netwerk als black box geen inzicht biedt in het waarom van bepaalde beslissingen. Men kan dit omzeilen door van te voren een makkelijk te interpreteren structuur aan te leggen en vervolgens binnen deze structuur het netwerk te laten leren. Doordat de structuur van het netwerk goed te interpreteren is zal het netwerk als geheel ook veel doorzichtiger zijn. Een veel gebruikte manier om dit te doen is het combineren van neurale netwerken met 'fuzzy logic', dat is geïnspireerd door de manier waarop mensen met logica om gaan.

Een andere techniek die in dit verband volop in de wetenschappelijke belangstelling staat is de combinatie van neurale technieken en zogenaamde Bayesian belief-netwerken. Een Bayesian belief netwerk bestaat uit een aantal knopen die bepaalde gebeurtenissen voorstellen. De knopen zijn onderling verbonden door voorwaardelijke kansen. Dat wil zeggen, de kans op gebeurtenis x wordt gegeven door het al dan niet optreden van gebeurtenissen y en z .

Het voordeel van Bayesian belief-netwerken is tweeledig. Aan de ene kant is de structuur goed te interpreteren. Anderzijds kan de sterkte van de verbindingen worden geleerd. Een nadeel is dat leren meestal zeer tijdrovend is. Er zijn leermethoden ontwikkeld die voor netwerken met weinig verbindingen grote tijds winst opleveren. Deze methoden worden momenteel toegepast bij het ontwerpen van een lerend medisch diagnostisch systeem in het Academisch Ziekenhuis Utrecht.

Voorkennis

Gerelateerd aan het aanbrenge van structuur is het inbouwen van voorkennis. Vaak wordt een neuraal netwerk ingezet als er geen domeinkennis is of als wiskundige modelering te moeilijk is. Maar wat te doen als er een beetje domein kennis is? Het is zonde om deze kennis geheel niet te gebruiken. Een van de methodes om deze kennis te gebruiken is het zogenaamde leren met hints. Hints zijn in feite gegeneraliseerde datapunten die bestaan uit globale informatie. Stel dat een netwerk de snelheid van een bepaalde auto moet voorspellen als functie van de druk op het gaspedaal. Een datapunt is dan de combinatie van 'e'en gemeten snelheid bij 'e'en gemeten druk op het gaspedaal. Een hint voor het netwerk zou kunnen zijn dat de auto harder rijdt als er meer gas gegeven wordt. Een van de onderzoeksvragen is hoe je zulke gegeneraliseerde datapunten mee kunt nemen in het leerproces.

Maar ook bovengenoemde technieken als fuzzy logic en Bayesian belief-netwerken zijn zeer geschikt voor het inbouwen van voorkennis. De expert kan immers aangeven hoe bijvoorbeeld de knopen in een Bayesian belief-netwerk moeten worden verbonden, terwijl de voorwaardelijke kansen tussen de knopen kunnen worden geleerd van data.

Een andere manier om meer kennis in een neuraal netwerk te stoppen is het inbedden van een neuraal netwerk in een hybride structuur waarin bijvoorbeeld ook conventionele expertsystemen kunnen zitten. Een hybride structuur heeft het voordeel dat je niet alles op één type systeem hoeft in te zetten maar dat je voor iedere module het meest geschikte kan gebruiken.

Een manier om de verschillende modules aan elkaar te knopen is het principe van 'mixtures of experts'. Dit principe gaat uit van een aantal experts met ieder een eigen specialistisch kennisdomein. Hoger in de hiërarchie zit een neuraal netwerk dat geen specialistische kennis heeft, maar wel weet welke experts voor een bepaalde vraag moeten worden geraadpleegd. Dit neuraal netwerk is op te vatten als de manager met brede visie die goed weet te delegeren. Het principe van mixtures of experts staat volop in de wetenschappelijke belangstelling, bijvoorbeeld voor het ontwikkelen van efficiënte trainingsalgoritmen.

Het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van neurale netwerken staat niet stil. Het heeft zich los gemaakt van de biologie en psychologie. Neurale netwerken zijn hard op weg gewoon een stuk automatiseringsgereedschap te worden.