De nieuwe generatie AI-modellen in de geneeskunde

Slim én transparant

Data zijn van onschatbare waarde voor artsen, en artificiële intelligentie helpt hen er doorheen te ziften. Sommige modellen halen zelfs eigen inzichten uit de gegevens. Maar AI-systemen vertonen nog heel wat lacunes. Een nieuwe generatie moet daar komaf mee maken.

Femke Ongenae en Sofie Van Hoecke
(UGent-imec)

Artsen weten niet waar eerst gekeken. De explosie van sensors, wearables en software in de gezondheidszorg leidt tot een continue toevloed van data. Die gegevens zijn belangrijk. Ze bevatten waardevolle informatie over de huidige toestand van de patiënt. Hoe meer data artsen kunnen meenemen in de diagnose, hoe beter de zorg die ze kunnen verlenen. Behandelingen kunnen persoonlijker, en op maat van de specifieke situatie van een patiënt.

Het is cruciaal dat artsen al die data tijdig en accuraat verwerken. Ze moeten de gegevens die ze binnenkrijgen combineren met hun medische expertkennis. Alleen zo kunnen ze inschatten of ze ergens moeten ingrijpen. Ze moeten daarbij alert zijn: subtiele veranderingen in de gegevenssets kunnen wijzen op nieuwe symptomen van een nog niet vastgestelde ziekte, op complicaties, een infectie, een slechte reactie op een behandeling.

Maar de hoeveelheid informatie is zo groot en verandert zo snel dat het moeilijk, zo niet onmogelijk wordt voor artsen en zorgverleners om alles voortdurend zelf te controleren. Artificiële intelligentie kan hen daarbij ondersteunen. De gezondheidszorg zet steeds meer in op het gebruik van beslissingsondersteunende systemen die de data analyseren. Deze vormen van AI helpen de artsen om de relevante informatie te selecteren.

AI kan de arts wijzen op afwijkingen in de hartslag, temperatuur en bloed- en urinewaarden van een patiënt. Het kan ook voorspellen hoe die parameters mogelijk verder evolueren. Het systeem leidt dan zelf nieuwe inzichten af uit de data en legt die voor aan de arts. Het vat de situatie van een patiënt netjes samen voor de arts.

Netjes volgens de regels

Niet elk AI-systeem is gelijk. Binnen de gebruikte technieken kunnen we twee grote stromingen onderscheiden. De eerste staat bekend als kennisgedreven AI. Bij technieken binnen deze stroming vertrekken we vanuit alles wat we al weten over bepaalde ziektes. We verzamelen inzichten van domeinexperts, de wetenschappelijke literatuur en de bestaande medische richtlijnen. Op basis daarvan stellen we zogeheten regels op. Waarop moet de computer letten wanneer hij data van een patiënt analyseert?

Met die technieken kunnen we nagaan of een patiënt specifieke symptomen vertoont of bepaalde bloedwaarden in zijn lichaam overschreden worden. We vertellen het systeem bovendien glashelder hoe het moet reageren op deze situaties. Kennisgedreven AI-technieken doen dus exact wat artsen zouden doen als zij strikt alle richtlijnen zouden naleven en onmenselijk snel zouden kunnen denken en handelen.

Het voordeel van zulke modellen is dat ze betrouwbaar en interpreteerbaar zijn. Als hij de gebruikte regels erop nakijkt, kan de arts perfect begrijpen hoe deze vorm van artificiële intelligentie tot een bepaalde conclusie is gekomen.

Kennisgedreven AI wordt dan ook al jarenlang gebruikt binnen de gezondheidszorg. Vandaag worden bijvoorbeeld al regels gebruikt wanneer een dokter medicatie voorschrijft om automatisch te controleren of er geen ongewenste wisselwerkingen zijn met andere medicatie die de patiënt al neemt. Als dat het geval is, maakt het AI-systeem de dokter daarop attent en kan die het voorschrift aanpassen.

Regels worden verder dikwijls ingezet om dokters en zorgverleners te ondersteunen bij het uitvoeren van klinische protocollen, bijvoorbeeld door hen attent te maken op wat de aangewezen medicatiedosis is om een patiënt bij een bepaald ziektebeeld te sederen.

Deze modellen zijn wel zeer complex om op te stellen. En de medische kennis ontwikkelt zich voortdurend, wat betekent dat de modellen continu moeten mee evolueren. Ze kunnen ook enkel detecteren wat ze aangeleerd kregen, en kunnen dus geen nieuwe medische inzichten leren uit de data.

Datagedreven AI behaalde al indrukwekkende resultaten binnen diverse onderzoeksdomeinen. Toch blijft het gebruik in de gezondheidszorg zeer beperkt

ALGORITME NEEMT HUISWERK VOOR HARTOPERATIE OVER

Artificiële intelligentie kan artsen helpen om sneller en accurater een operatie voor te bereiden. Minimaal invasieve hartklepvervangingen zijn hier een mooi voorbeeld van. Daarbij gebruikt de arts een katheter om toegang te krijgen tot de zieke hartklep en die te vervangen zonder de borstkas te openen. Hij of zij stelt een gedetailleerde diagnose op, bepaalt de afmetingen en juiste positie van de nieuwe hartklep en bekijkt hoe bereikbaar de zieke klep is.

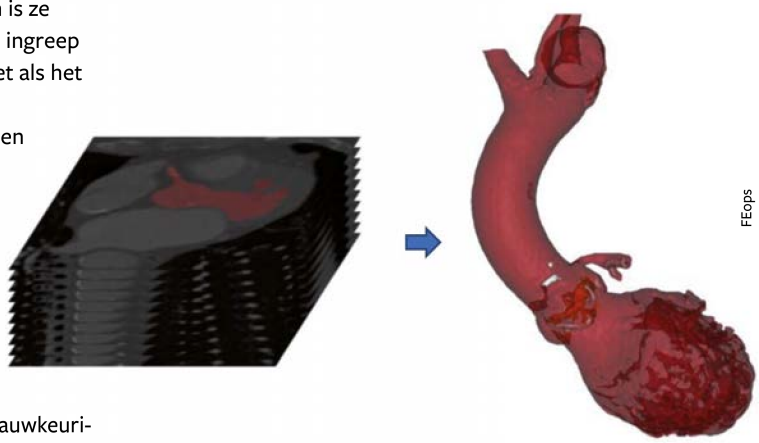
Voor dat alles baseert de arts zich op medische beelden. Het is een zeer tijdrovende bezigheid. Maar voor patiënten is ze bijzonder waardevol, omdat het om een minder zware ingreep gaat. Het aantal patiënten zal dus blijven toenemen, net als het aantal te analyseren medische beelden.

In een samenwerking tussen het Gentse bedrijf FEops en UGent ontwikkelden we AI-algoritmes om de preoperatieve planning van niet-invasieve hartoperaties te versnellen. De software gebruikt diepe neurale netwerken en kan de metingen veel sneller uitvoeren dan menselijke specialisten. Zo heeft een specialist ongeveer een halfuur nodig om een hartklep op te meten, terwijl een AI-algoritme op een krachtige computer daar enkele seconden over doet.

Bovendien zijn de metingen in de meeste gevallen iets nauwkeuriger, gesteld dat de computer over voldoende voorbeeldgegevens beschikt. Voor de gevallen die afwijken van de voorbeelden die het algoritme al gezien heeft, kunnen wel fouten optreden. Om de kwaliteit van de analyses te garanderen, is er dus steeds een menselijke controle nodig.

De ontwikkelde AI-methodes kunnen de specialist bijtreden als virtuele assistent. Het blijft cruciaal dat de beslissingen genomen worden door de beeldspecialist en de arts. Op die manier gebruiken we het beste van beide werelden. Artificieel intelligent gedreven analyses worden nu al intern gebruikt binnen FEops. Het plan is om deze analyses ook beschikbaar te maken voor cardiologen, om zo artificiële intelligentie tot bij de patiënt te krijgen.

• Patricio Astudillo (FEops) en Joni Dambre (UGent)



FEops

Links staan CT-beelden, rechts een driedimensionale reconstructie. Met *deep learning* kan een AI-systeem de relevante anatomische regio automatisch detecteren in de CT-scans. In dit geval: een aorta met een verkalkte klep.

Wanneer ze een diagnose stellen, kunnen artsen een beroep doen op hun jarenlange ervaring en intuïtie. Alleen lukt het hen mogelijk niet om die in heldere en expliciete regels te vatten. Op dat vlak kan kennisgedreven AI geen ondersteuning bieden. Deze vorm van AI helpt artsen enkel bij het naleven van gevestigde richtlijnen en protocollen.

Zwarte doos

De laatste jaren wint daarom een nieuwe benadering aan kracht binnen de gezondheidszorg: zogeheten datagedreven AI. We gebruiken *machine learning* om modellen te trainen, zodat ze vervolgens zélf correlaties en inzichten kunnen halen uit de data. Er komt geen domeinexpert aan te pas – of slechts heel beperkt. Via *machine learning* kan een AI zelf trends en patronen uit de data halen, en die inzichten legt hij dan voor aan de arts.

AI van dit type kan voorspellingen maken over hoe een ziekte zich ontwikkelt. Google ontwierp al een algoritme dat inschat of borstkanker is uitgezaaid naar naburige lymfeklieren, op basis van afbeeldingen van lymfeklieren waarop tumors waren aangeduid. Het datagedreven systeem leerde zo zelf tumors te herkennen. Pathologen kunnen de conclusies van het algoritme gebruiken om hun eigen besluiten te staven of bij te sturen.

Artificiële intelligentie van dit type heeft al indrukwekkende resultaten behaald binnen bepaalde onderzoeksdomeinen, zoals beeldverwerking en spraakherkenning. Toch blijft het gebruik ervan binnen de gezondheidszorg beperkt tot heel specifieke toepassingsdomeinen. Datagedreven modellen hebben immers heel veel

We moeten er absoluut op toezien dat we geen foute of onvolledige modellen trainen

input nodig, die bovendien van goede kwaliteit moet zijn en voorzien moet zijn van een outputlabel – bijvoorbeeld een bepaalde diagnose of symptoom. Alleen zo kan het leren wat veelvoorkomende patronen voor die output zijn.

Wat wij in het *machine learning*-algoritme stoppen, komt er ook weer uit. Aangezien *machine learning* zelf patronen uit de data leert, is het heel belangrijk dat de dataset correct is, en dat hij informatie bevat over de volledige patiëntengroep waarvoor we patronen willen leren.

Recent wees een studie uit dat algoritmes die huidkanker moeten opsporen minder accuraat waren voor patiënten met een donkere huid, omdat de modellen vooral getraind waren op beelden van patiënten met een lichtere huid. Ook voorspellende modellen voor bepaalde diagnoses die getraind waren met data uit Noord-Amerika bleken minder accurate resultaten op te leveren wanneer ze toegepast werden in Azië en Afrika (en omgekeerd). Sommige genetische aandoeningen komen nu eenmaal vaker voor in bepaalde bevolkingsgroepen.

Als onderzoekers zijn we er bijzonder aandachtig voor dat we geen foute, onvolledige modellen trainen. Net daarom zien we op dit ogenblik nagenoeg uitsluitend toepassingen van datagedreven AI in domeinen als de radiologie, waar erg veel data voorhanden zijn.

Een bijkomend aandachtspunt bij datagedreven AI is dat deze modellen vaak niet transparant zijn over de manier waarop ze werken en hoe ze tot bepaalde beslissingen komen. Een groot struikelblok voor artsen, die inzicht willen in die *black box*.

Zowel kennis- als datagedreven AI hebben grote voor- en nadelen. Wij zijn van mening dat we de beste elementen uit beide benaderingen moeten combineren. We moeten systemen ontwikkelen die artsen perfect kunnen ondersteunen, en die tegelijk in een constante dialoog kunnen treden met deze artsen.

Artificiële intelligentie moet artsen helpen om informatie te ziften uit de explosie van data die onder meer wearables genereren.

De combinatiegeneratie

In wat wij hybride AI noemen, komt het beste van twee werelden samen: de kracht van datagedreven AI om nieuwe inzichten te verwerven, gecombineerd met een systeem dat expliciet rekening houdt met onze menselijke kennis. Dat laat artsen toe om datagedreven inzichten binnen een correcte context te plaatsen en alles te interpreteren. Deze nieuwe generatie AI is beter controleerbaar en verklaarbaar, en ligt daarom in lijn met de wensen van onze artsen en patiënten.

Binnen imec en de UGent onderzoeken en valideren we momenteel de eerste versies van dergelijke hybride AI-systemen. Zo proberen we antibioticadosering in de dienst Intensieve Zorg te optimaliseren (Heroi2c-project, zie pg. 43). En

OPGEPAST VOOR VALKUILEN

Willen we de vruchten van artificiële intelligentie plukken, dan moeten we ervoor beducht zijn niet in de valkuilen te trappen die het stelt. Om te kunnen doen wat we ervan verlangen, hebben artificieel intelligente systemen grote hoeveelheden data nodig. Die input kan uit het elektronische medische dossier van patiënten komen, maar evengoed uit wearables of zelfs apps die welbeschouwd niets met de gezondheid van patiënten te maken hebben. Denk aan een app om je bestellingen op Amazon op te volgen, of software die je aanwezigheid in de buurt van een ziekenhuis detecteert. Dat roept vragen op over privacy, die elders in deze special al worden gesteld (zie pg. 52 en verder), samen met vragen over wat gezondheid juist is, en welke rechten je als individu hebt.

Verder moet de kwaliteit van de gebruikte data optimaal zijn. Een app die AI en de camera van een smartphone gebruikt om huidkanker te diagnosticeren is van heel wat factoren afhankelijk voor zijn werking. Hoe correct de diagnose is, zal worden bepaald door de kwaliteit van de camera, maar ook door de lichtinval en de achtergrond. Zelfs de bevolkingsgroep waarin het algoritme werd getraind en toegepast heeft een impact.

Data leveren informatie op, maar niet noodzakelijk kennis. Daarvoor moeten we de onderliggende oorzakelijke verbanden kennen. Er is een sterk verband tussen het kraaien van de haan en het opgaan van de zon, maar het ene is niet de oorzaak van het andere.

AI gebruiken om gezondheidsgegevens te analyseren zal leiden tot talloze betekenisloze verbanden. Zelfs met een zeer performant AI-diagnosesysteem zal de gebruiker moeten kiezen of hij of zij bij voorkeur valspositieven of valsnegatieven aanvaardt. Het aantal mensen dat onterecht door een huidkankerapp naar de dermatoloog wordt verwezen voor een biopsie zal snel toenemen, wat het gezondheidssysteem dreigt te overbelasten.

AI zal binnen de gezondheidszorg vooral nuttig zijn om grote hoeveelheden informatie te verwerken en presenteren voor de arts. Maar het blijft onduidelijk wat de juridische en ethische speelruimte is voor de arts om 'suggesties' van een beslissingsondersteunend systeem in de wind te slaan. Die nieuwe dimensie van verantwoordelijkheid kan leiden tot stress, intern moreel conflict en burn-out. Veel situaties in de gezondheidszorg kun je niet los zien van een waardensysteem. In sommige scenario's blijft een mens de enige instantie die een keuze kan maken. Welke patiënt verdient de meeste aandacht: een 85-jarige met 20 procent overlevingskans, of een twintigjarige met 10 procent overlevingskans? Een AI-algoritme bouwen dat de prognose van de patiënt inschat is zinloos als we niet vooraf die fundamentele vragen beantwoorden.

Met welke intentie zetten we artificiële intelligentie in de gezondheidszorg in? Stel dat een app om chronisch longlijden te monitoren leidt tot een besparing die overeenkomt met de lonen van honderdvijftig zorgverleners. Schakel je die dan in voor andere zorgtaken, of saneer je ze weg? Met de huidige besparingen in de sector valt te vrezen dat, net zoals bij bankieren, we in de toekomst zelf zullen moeten zorgen voor onze gezondheid.

• Wim Van Biesen (UZ Gent) en Sigrid Sterckx (UGent)

in het mBrain-project gaan we na op welke manier we migraine beter kunnen diagnosticeren en opvolgen (zie pg. 25).

Bij het ontwikkelen van deze systemen vinden we het cruciaal dat we investeren in onderzoek naar manieren waarop we de conclusies van de AI op een overzichtelijke en interpreteerbare manier kunnen weergeven aan de arts. Onze systemen geven weer welke parameters ze hebben meegenomen in hun analyses en voorspellingen. Dat laat ook toe om de vooroordelen weer te geven die mogelijk in het model zijn geslopen.

Verder geven onze modellen weer aan de arts hoe (on)zeker ze zijn over bepaalde conclusies. De arts kan de inzichten van de modellen dan tegen het licht houden en het systeem feedback geven. Zo worden de AI-modellen steeds slimmer, dankzij de medische expertise van de dokter. Een voortdurende samenwerking tussen artsen en AI-ontwikkelaars is hierbij essentieel.

Op deze manier ontstaat een wisselwerking waarbij artificiële intelligentie evolueert via menselijke kennis, en de arts nieuwe inzichten opdoet dankzij data.

Hybride AI-modellen zullen erin slagen een dieper inzicht te bieden in intelligente systemen en de beperkingen van onze huidige AI-systemen te overwinnen. Zo kunnen we de stap zetten van pure artificiële intelligentie naar verhoogde menselijke intelligentie, waarbij de focus ligt op de arts zelf en de toepassing van de computerinzichten. ■

Femke Ongenae is assistent professor data analyse voor de gezondheidszorg aan IDLab-UGent-imec • **Sofie Van Hoecke** is associate professor bij IDLab-UGent-imec en gespecialiseerd in (hybrid) machine learning voor predictive maintenance en healthcare.