

Dieser Aufsatz zum Thema **Anwendung von KI in der Medizintechnik weltweit und in China** ist entstanden in Zusammenarbeit zwischen dem *Center for Cultural Studies on Science and Technology in China (CCST)*, an der *Technischen Universität Berlin* (Dr. Tania Becker), dem *Istituto Superiore di Sanità | ISS · Department of Environment and Primary Prevention* in Rom (Dr. Cecilia Guastadisegni) und dem *Fujian Lianpu network technology co., LTD, Fujiansheng lianpu wangluo keji youxian gongsi* 福建省脸谱网络科技有限公司 (Dr. CHEN Zhimeng), Quanzhou, VR China.

I.

How Artificial Intelligence can improve Healthcare

Dr. Cecilia Guastadisegni, *Istituto Superiore di Sanità | ISS · Department of Environment and Primary Prevention*, Rom

The 2016 victory by a Google-built Artificial Intelligence (AI) at the notoriously complex Game of Go was a bold demonstration of the power of modern machine learning. That successful AlphaGo system, was created by the AI research group Google DeepMind, and proved that computers have the capability to beat a human champion¹. In the mid-2000s Graphics Processor Unit company Nvidia started using faster and more complex neural network able to process and store more and more data. The AI is based on data, as Algorithms need to be fed with enormous amounts of data to be able to arrive at representation.

There is incredible growth in computers' ability to understand images and video, a field called computer vision. This field is deeply connected to **Medical Images** in which the pattern recognition is achieved by deep learning². **Deep learning** is a particular kind of machine learning in which computers learn with the help of neural networks. The key aspect of deep learning is that these layers of features are not designed by human engineers: they are learned from data using a general-purpose learning procedure³. Deep learning algorithms need a large amount of data and are roughly built to model the way the brain processes information, through webs of connected mathematic equations. These proceed through multiple layers of connected 'neurons' that progressively detect features, and ultimately provide an output. When the output of one neural network is fed into the input of another, chaining them together as layers, this is deep learning through training Recurrent Neural Networks (RNNs). The RNNs are very powerful dynamic systems which at subsequent time are augmented with long short-term memory, then they are called memory networks. **Memory networks** can answer questions that require complex reasoning⁴.

A key-differentiating feature of deep learning compared with other subtypes of AI is its independent training. Deep learning requires plenty of expertise, thus only a few technology

¹ Mesko Bertalan

² Topol Eric J

³ LeCun Yann

⁴ LeCun Yann

companies managed to apply it to already marketed products. Google, Microsoft, IBM, Baidu are the biggest developers of deep learning algorithms. Just think about Google's translation service, we must be aware that we already use one of the most popular product powered by deep learning ⁵.

As the amount of medical information accumulates and grows exponentially, the assistance of computing solutions in medical decisions is a need. Almost every type of clinician, ranging from specialty doctor to paramedic, will be using AI technology, and in particular deep learning. Several medical fields are developing AI applications, and the implementation studies are performed to compare smart algorithms with physicians in order to acquire validation. The success of deep learning in Medicine has been shown mainly in problems with inputs of image (or image-like) data. Radiology, Pathology, Dermatology and Ophthalmology images are all promising fields, even though research into medical acquisition data and machine learning is still in its infancy. There has been too much hype and too much fear around what A.I. competence is today in patient care ⁶. Most of the times the sentiment about AI swings in favour of the negative extreme nourished by dystopian sci-fi stories. Artistic interpretation tends to favour the human-machine interaction as a damaging one. Science fiction is full of robots-usurping-humans very so often entwined with anxiety. Machines are either out to eliminate us (Skynet from Terminator 2, Hal in 2001: A Space Odyssey), or to fool us into a state of surrender (the simulated world of The Matrix, the pampered couch potatoes of WALL-E) ⁷. We need a more nuanced analysis of what AI can accomplish and what are the potential risks in order to be prepared for the sweeping changes it will bring in any human endeavor. Deep neural networks cannot explain how a diagnosis is reached and the features enabling discrimination are not easily identifiable. Clinicians should be conscious of the possibilities as well as the limitations of AI applications. Properly integrated AI applications will improve patient outcomes and health-care efficiency.⁸

Applications in Healthcare derived from Machine Learning

The general aim of AI in medicine is to use computer algorithms to uncover relevant information from data and to assist clinical decision-making. AI Algorithms are expected to ingest and meaningfully process massive sets of data quickly, accurately, and inexpensively, machines are expected to do things that are not humanly possible. AI technologies can help in diagnosis generation, therapy selection and hospital management. These capabilities will eventually transform health care into a truly data-driven endeavor possibly going beyond the sum of human and machine intelligence ⁹.

implementation of AI technologies in health care depends on the availability of a massive amount of data for training, validating and improving the AI algorithms. In order to make data

⁵ Mesko Bertelan

⁶ Topol Eric J

⁷ Mesko Bertelan

⁸ Tarassenko Lionel

⁹ Topol Eric J

available the use of **Electronic Health Records** is pivotal for making healthcare data available, however standardization has been proven a difficult task due to the great heterogeneity and variability of clinical data ¹⁰.

to complete the Electronic Health Records a considerable effort across many startups and established tech companies are developing natural language processing to replace keyboards and human scribes for clinic visits, The list of companies active in this space includes Microsoft, Google, Suki, Robin Healthcare, DeepScribe, Tenor.ai, Saykara, Sopris Health, Carevoice, Orbita, Notable, Sensely and Augmedix.

In order to promote innovation the Food and Drug Administration of the USA has published in 2018 a fast-track approval plan for AI medical algorithms ¹¹. However, in Europe the approval of the General Data Protection and Regulation, effective from May 2018, may potentially slow down AI implementation in healthcare owing to the stricter regulatory standards. However it may facilitate implementation over the long term by promoting public trust and patient engagement. China is a major player in AI; in 2017 the China State Council issued a development plan for AI, which issued favorable policies and funding for AI startups. Therefore Hundreds of new startups companies working on AI applications in healthcare have emerged in China ¹². The rapid adoption of mobile technology and increased Internet connectivity throughout China is projected to facilitate adoption of AI technologies. The Chinese iCarbonX, which has received nearly 600 million in funding and has the biggest Chinese social media app, WeChat as a supporter, has the intent of “digitalizing everyone’s life information”. It basically wants to construct a “digital you” containing biological samples such as saliva, proteins and DNA, including environmental measurements and lifestyle factors such as workout regimes and diet. This one year-old company is developing algorithms to analyze data, with the intention of recommending tailored wellness programs, food choices and possibly prescription medicines ¹³.

The first-ever AI autonomous diagnostic system to obtain FDA approval in USA is the IDx-DR system from IDx (Coralville, Iowa). The IDx-DR is designed to analyze retinal photos captured by the Topcon NW400 camera and detect “more than mild” diabetic retinopathy in adults who have diabetes. Experts have trained the system to look for specific signs of the disease in order to determine whether the disease is present at a predetermined level of severity. If the images are of sufficient quality, the system gives the operator one of two responses: either “More than mild diabetic retinopathy detected: refer to an eye-care professional,” or “Negative for more than mild diabetic retinopathy; retest in 12 months.” Notably, the device doesn’t need a clinician to interpret the image or result, which allows the device to be used by health-care providers who wouldn’t normally be involved in eye care ¹⁴.

Radiology is an image-based tasks and has attracted particular attention toward AI implementation, actually the American College of Radiology has created its own Data Science

¹⁰ He Jianxing

¹¹ Topol EricJ

¹² He Jianxing

¹³ Mesko Bertelan

¹⁴ Abramoff Michael D.

Institute to deal with AI implementation issues¹⁵. The development of deep learning-based automated solutions for radiology is tackling the most common clinical problems where sufficient data are available. Examples of these include the reading of lung screening computed tomography, mammograms and images from virtual colonoscopy. Subsequent efforts is likely to address more complex problems such as multiparametric MRI. A common trait among current AI tools is their inability to address more than one task, as is the case with any narrow intelligence. A comprehensive AI system able to detect multiple abnormalities within the entire human body is yet to be developed¹⁶. Two reading studies were performed in a trial on a model of a deep learning algorithm on computed tomography for the risk of lung cancer. When prior computed tomography imaging was not available, the model outperformed the six radiologists involved, with absolute reductions of 11% in false positives and 5% in false negatives. Where prior computed tomography imaging was available, the model performance was on par with the same radiologists. This creates an opportunity to optimize the screening process via computer assistance and automation¹⁷.

In the implementation of AI interdisciplinary collaborations will be crucial to ensure that the goals of programmers developing the algorithms correspond with the goals of clinicians providing patient care. As an example, artificial narrow intelligence in the form of intelligent personal assistants, a version of Siri or Alexa for healthcare, could definitely help out medical staff in dealing with patients with minor issues that could be treated without intervention from a medical profession

References

- Michael D. Abràmoff, Philip T. Lavin, Michele Birch, Nilay Shah and James C. Folk. Pivotal trial of an autonomous AI-based diagnostic system for detection of diabetic retinopathy in primary care offices. *npj Digital Medicine* volume 1, Article number: 39 (2018).
- Ardila D, Kiraly AP, Bharadwaj S, Choi B, Reicher JJ, Peng L, Tse D, Etemadi M, Ye W, Corrado G, David PN and Shetty S. End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography. *Nat Med.* 2019; 25:954-961. DOI:10.1038/s41591-019-0447-x.
- He J, Baxter SL, Xu J, Xu J, Zhou X, Zhang K The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nat Med.* 2019 (1):30-36. doi: 10.1038/s41591-018-0307-0.
- Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL . Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer.* 2018; (8):500-510. doi: 10.1038/s41568-018-0016-5.
- LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature.* 2015;521(7553):436-44. doi: 10.1038/nature14539.
- Bertalan Mesko A Guide to Artificial Intelligence in Healthcare. 2017

¹⁵ He Jianxing

¹⁶ Hosny A

¹⁷ Ardila D.

<http://leanpub.com/ArtificialIntelligenceinHealthcare>

- Tarassenko L, Watkinson P. Artificial intelligence in health care: enabling informed care. *Lancet*. 2018 ;391(10127):1260. doi: 10.1016/S0140-6736(18)30701-3.
- Topol EJ , High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med*. 2019 ;25(1):44-56.

II.

Visite bei Dr. Robot: Anwendung von KI im chinesischen Gesundheitswesen

Dr. Tania Becker, *Center for Cultural Studies on Science and Technology in China (CCST)*, an der *Technischen Universität Berlin*

Künstliche Intelligenz, Big Data und das Maschinelle Lernen

Das exponentielle Wachstum der Rechenkraft, das schon in den 60ern Jahren des letzten Jahrhunderts als Mooresches Gesetz für die Halbleitertechnik bekannt wurde,¹⁸ bildet eine wesentliche Grundlage der digitalen Revolution. Die Prognose von Gordon Moore (*1929) wird heute mehr als je durch die rasante Entwicklung der Informationstechnik bestätigt. Ohne diese enorme Erweiterung von Speichermöglichkeiten digitaler Informationen, wie sie z.B. von der Auswertungs-Industrie (Big Data) verwendet wird, gäbe es keine Entwicklung von KI, diesem Teilgebiet der Informatik, das die menschliche Vorgehensweise in digitaler Form nachbildet und sich so effizientere, einfachere und schnellere Aufgabenlösungen verspricht.¹⁹ Sehr oft wird KI im täglichen Leben benutzt, ohne es wahrzunehmen. John McCarthy (1927-2011), der Erste, der 1956 den Begriff *Artificial Intelligence* prägte, stellte schon fest, daß, sobald eine KI-Anwendung funktioniere, sie niemand mehr KI nennen würde.²⁰

Die immer rascheren Zyklen der Halbleiterentwicklung ermöglichten schließlich die Konstruktion von Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN), einer elektronischen Simulation miteinander verbundener Nervenzellen, ähnlich dem Aufbau des menschlichen Gehirns. KNN sind also Nachbildungen unseres Gehirns, die in der Analyse großen Datenmengen Muster erkennen und Regeln entwickeln können. Auf Basis simulierter neuronaler Netze und anhand des Trainings sind spezielle Algorithmen in der Lage, völlig autonome Lösungen für konkrete Anwendungsprobleme zu erstellen. Genau diese autonomen Lösungen sind der Schlüssel zum Erfolg angewandter KI.²¹

¹⁸ Laut Gordon Moore verdoppelt sich die Anzahl von Transistoren auf einem Chip alle zwei Jahre. Real verdoppelt sich die Leistung neuer Computerchips im Mittel etwa alle 20 Monate. In den Medien ist bis heute meist von einer Verdoppelung der Integrationsdichte alle 18 Monate die Rede.

¹⁹ Lämmel 2008, S. 13.

²⁰ Urban 2015.

²¹ Volland 2018, S. 15.

Wenn diese Form der KI, die sogenannte Artificial General Intelligence (AGI) oder starke KI, in ein menschenähnliches Robotersystem implementiert wird, wird es ihr ermöglicht, soziale Verhaltensweisen zu entwickeln und auf eine Art zu agieren, die von den Menschen als interaktionsfähig angesehen wird. Theoretisch könnte eine solche Maschine fast jede intellektuelle Aufgabe erfüllen, die auch an einen Menschen gestellt wird. Die AGI bezeichnet also ein sehr allgemeines mentales Potenzial, das unter anderem die Fähigkeit einschließt, zu denken, zu planen, Probleme zu lösen, zu abstrahieren, komplexe Ideen zu verstehen und vor allem aus Erfahrungen selbständig zu lernen.²²

Spekulationen über die weitere Entwicklung von KNN prognostizieren eine Artificial Super Intelligence (ASI). Der Oxford Philosoph und führende KI-Denker Nick Bostrom (*1973) definierte schon 1997 eine solche Superintelligenz als "einen Intellekt, der viel intelligenter ist als die besten menschlichen Gehirne in praktisch allen Bereichen wissenschaftlicher Kreativität, allgemeiner Weisheit und sozialer Fähigkeiten".²³ Das Erreichen dieser Entwicklungsstufe wird in der Literatur mit dem Begriff *Singularität* oder *technologische Singularität* umschrieben. Vernor Vinge benutzte ihn in einem Essay von 1993 für die Bezeichnung des Zeitpunktes der umfassenden Überlegenheit der KI: Ein Zeitpunkt, der die Rolle des Menschen irreversibel verändern wird.²⁴

Unter Big Data versteht man sowohl Massendaten als auch die Technologie zur Erhebung und Verwertung solcher Datenmengen. Für dieses Phänomen gibt es eigentlich keine exakte Definition.²⁵ Big Data ist der Sammelbegriff für eine Informationsmenge, die zu groß für den Arbeitsspeicher des verarbeitenden Computers geworden ist und deshalb von den Programmierern Entwicklung neuer Technologien verlangt. Dank dieser können mit der Zeit viel größere Datenmengen als zuvor verarbeitet werden. Die neuen Technologien, die Massendaten immer schneller und differenzierter analysieren können, sind gerade im Entstehen. Man trifft Massendaten u. a. in der Wirtschaft, Marktforschung, Vertriebs- und Servicesteuerung, Medizin, Verwaltung und bei den Nachrichtendiensten. In allen diesen Bereichen werden die erfassten Daten ausgewertet und effizient eingesetzt. Die riesigen Datenmengen können auch so wiederverwendet werden, dass sie zu einer Quelle für Innovationen und neuartige Dienstleistungen werden. Big Data als Rohmaterial für Transaktionen wird so zu einem wichtigen wirtschaftlichen Input, mit dem neue ökonomische Werte geschaffen werden.²⁶

Das Phänomen Big Data kann man schließlich auch als Spiegelbild des Digitalisierungszeitalters sehen: Das Sammeln von riesigen Datenmengen beeinflusst gesellschaftliche Veränderungen und hat weitreichende sozio-kulturelle Auswirkungen, an denen alle teilhaben und denen sich keiner entziehen kann. Big Data wirkt sich auf die Lebensweise, Weltanschauungen und Entscheidungen jedes Einzelnen aus. Die Bewertung und Analyse von Inhalten, das Erarbeiten und die Kritik von Argumenten, das Erkennen von

²² Urban 2015.

²³ Bostrom 1997.

²⁴ Vinge 1993.

²⁵ Vgl. Mayer-Schönberger 2017, S. 12f: „Big Data ist das, was man in großem, aber nicht in kleinem Maßstab tun kann, um neue Erkenntnisse zu gewinnen oder neue Werte zu schaffen, sodass sich Märkte, Organisationen, die Beziehungen zwischen Bürger und Staat und vieles mehr verändern.“

²⁶ Ebd., S. 11.

Kausalitäten, kurz: Der reflexive Umgang mit Informationen wird von einer algorithmusgestützten Hochgeschwindigkeits-Auswertung von Daten und ihrer anwendungsbezogenen Klassifizierung überholt. Die Art und Weise wie man Entscheidungen trifft, wie man Zusammenhänge sieht, wird sich gründlich verändern: Nicht *warum etwas geschieht* wird im Vordergrund stehen, sondern *dass etwas geschieht*.²⁷

China: Künstliche Intelligenz

Die gegenwärtige Forschung im Bereich von Künstliche Intelligenz, dem Maschinellen Lernen²⁸ und der Robotik stellt auch in China ein großes Thema dar. Mit seinen ehrgeizigen Zielen im politischen Programm, einem Masterplan unter dem Titel *Made in China 2025*²⁹ und der staatlichen Förderung von *Smart Manufacturing*, was in etwa der deutschen Initiative *Industrie 4.0* und dem US-Amerikanischen *Industrial Internet* entspricht, strebt China an die Spitze der heutigen weltweiten Technologieentwicklung. Mit dieser politischen Initiative am Anfang einer neuen industriellen Revolution versucht China, unbelastet von einer langen Tradition konventioneller Strukturen, zum maßgeblichen technologischen Globalisierungsgewinner zu werden.³⁰ Das Land führt mit Hilfe innovativer Fertigungstechnologien und der gezielten Förderung von Entwicklungen im Bereich der KI mit allen ihm zur Verfügung stehenden politischen und wirtschaftlichen Mitteln eine neue industrielle Modernisierung durch.³¹

Dafür braucht das Land vor allem das entsprechende Knowhow: Die chinesische Regierung versucht schon seit langem auf vielerlei Wegen, hochqualifizierte Fachleute ins Land zu holen oder sie zurück zu gewinnen. Seit Ende 2008, vor dem Hintergrund der globalen Finanzkrise, läuft das *Rekrutierungsprogramm für globale Experten*, auch bekannt als *Tausend-Talente-Plan*, *Qianren jihua jieshao* 千人计划介绍, das in den nächsten Jahrzehnten Wissenschaftler, Akademiker und erfahrene Führungskräfte nach China holen soll.³² Durch solche gezielte (Rück)Gewinnung des Fachkräfte sowie durch zahlreiche nationale Innovationsprojekte, Ausbildungslabs, staatliche Handels- und Finanzinstitute und verschiedene Industrieparks, die hauptsächlich in Hightech-Entwicklungszonen aufgebaut werden, erhofft man sich wesentliche Durchbrüche vorwiegend in der Entwicklung von IT-Technologien zu erzielen und die chinesische Hightech-Industrie auf den Kurs zur Weltmarktführerschaft zu bringen. Das Augenmerk auf die qualitative Ausbildung zu lenken und das so neugewonnene Talentpool zu pflegen und zu stärken ist der erste Schritt, um in landesweite KI-Forschung- und -Entwicklung

²⁷ Ebd., S. 20.

²⁸ Verfahren des Maschinellen Lernens befähigen Systeme zu lernen ohne explizit programmiert zu werden. Auf der Basis von Algorithmen und riesigen Trainingsdatensätzen lernen Systeme Muster zu erkennen, die zuvor nicht definiert wurden. Das Gelernte kann dann auch auf neue Daten angewendet werden.

²⁹ Auf Grund der besorgten bis misstrauischen Reaktionen der großen westlichen Handelspartner auf die selbstbewusste Inszenierung einer künftigen technologischen Dominanz Chinas hat sich die KPCh entschlossen, die öffentliche Rhetorik von *Made in China 2025* zurück zu fahren, selbst der Tittel der Kampagne wird in China den Zeiten eines Handelskriegs mit den USA nicht mehr benutzt. Vgl. Zenglein 2019. S. 8.

³⁰ Wübbecke 2017, S. 13.

³¹ Ebd., S. 6f.

³² The Thousand Talents Plan.

zu intensivieren. So versucht China beim Aufbau einheimischen Kapazitäten den Einsatz nationaler und internationaler Innovationsressourcen in Form von Manpower auf höchstem Niveau zu koordinieren und zu optimieren.

Darüber hinaus investiert die VR China in eine breite Palette von zahlreichen Projekten im Bereich von KI, unterstützt private Investoren und richtet einen nationalen Entwicklungsfond für den Ausbau von Hightech-Industrien ein. Die Experten in der IT-Branche werden als integraler Bestandteil der nationalen Wettbewerbsfähigkeit gezielt gefördert. China ist sich allerdings auch seiner Schwächen bewusst: Sie liegen vorwiegend in einer nicht ausreichenden Ausbildung von Fachkräften, was in einem Mangel von Entwicklern und Produkten, z. B. leistungsfähigen Prozessoren, resultiert. Die gezielte Zusammenarbeit zwischen chinesischen KI-Unternehmen und führenden ausländischen Universitäten, Forschungsinstituten und Teams wird geplant und durchgeführt. Chinesische KI-Unternehmen werden ermutigt ins Ausland zu gehen und Fusionen und Übernahmen von auf IT-Technologien spezialisierte Betriebe durchzuführen, Inkubatoren und Akzeleratoren für ausländische Startups zu gründen, in Kapitalbeteiligungen und Risikokapital zu investieren und gleichzeitig Forschungs- und Entwicklungszentren in High-Tech-Bereichen zu errichten. Durch solche Maßnahmen versucht China, ausländische Fortschritte und Fachkenntnisse zu nutzen, während es gleichzeitig eine angemessene heimische Basis für Innovationen schafft. Diese Schritte können durchaus der Forschung an Künstlichen Neuronalen Netzen (KNN) oder am quantenbeschleunigten Maschinellen Lernen zu Gute kommen, bei beiden Forschungsfeldern handelt es sich um technologisches Neuland und Innovationsdesiderate für die Entwicklung der künftigen KI-Industrie, in der die globale Konkurrenz noch klein ist und China von Anfang an vorne mitspielen kann.³³

Da die schiere Menge von Daten gleichzeitig die Entwicklung von Deep Learning Systemen³⁴ erleichtert, scheint China mit seinem eher schwach ausgebildeten Bewusstsein für Datenschutz und Persönlichkeitsrechten bei der Zukunft von KI im Vorteil zu sein. Massendaten, wie die Erfassung sämtlicher Verkehrsteilnehmer in einer Stadt, haben den Gesichtserkennungssystemen von *SenseTime* zu einer weltweit unerreichten Genauigkeit verholfen.

Die Entwicklung von KI vollzieht sich seit Jahrzehnten verstärkt in Silicon Valley, an der Westküste der USA. Doch der Vorsprung Amerikas gegenüber China schwindet. Dies lässt sich deutlich am globalen Auftreten der chinesischen Internet-Industrie beobachten. Die „Drei Großen“ (The Big Three, BAT), *Baidu*, *Alibaba* und *Tencent*,³⁵ investierten zunehmend ab 2010 auch außerhalb Chinas in die Forschung um und mit der KI, auch in den USA, insbesondere in Silicon Valley. So gab *Baidu* 2017 die Eröffnung seines zweiten Forschungsinstituts im Silicon Valley bekannt, während *Tencent* ein neues KI-Zentrum in Seattle ankündigte.³⁶

³³ Kania 2017.

³⁴ Deep Learning ist ein Teilbereich des Maschinellen Lernens, das Künstliche Neuronale Netze anwendet. Auf Basis vorhandener Informationen und des neuronalen Netzes kann das System das Erlernte immer wieder mit neuen Inhalten verknüpfen und dadurch erneut lernen. Die Maschine ist so in der Lage, Prognosen oder Entscheidungen zu treffen und diese zu hinterfragen. Entscheidungen werden bestätigt oder in einem neuen Anlauf geändert. In der Regel greift der Mensch beim eigentlichen Lernvorgang nicht mehr ein.

³⁵ Lucas 2017. Hirn 2018, S. 167-188.

³⁶ Fischer 2018, S. 3.

Deutlich wird, dass die Entwicklung einer global führenden KI-Industrie in der politischen Planung Chinas eine absolute Priorität besitzt. Dieses Ziel soll durch eine, im Westen schwer vorstellbare, konzertierte Strategie mithilfe von Staat und Wirtschaft gleichermaßen erreicht werden. Der Staat bietet der Wirtschaft optimale Forschungs- und Vermarktungsbedingungen, im Gegenzug binden die Firmen den Staat, z. B. durch die Präsenz der KP im Unternehmen, eng in ihre Planungen und ihr Marketing ein. So wurde im Januar 2018 über den Bau eines neuen gigantischen IT-Industrieparks in Peking berichtet, der Platz für bis zu 400 staatliche und private Unternehmen bieten soll.³⁷

Neben diesen eher konventionellen Elementen einer staatlichen Wirtschaftsförderung muss man im Westen zur Kenntnis nehmen, dass die chinesischen Firmen zur Entwicklung der Software ihrer KI Projekte mit einem von US-Konkurrenten wirksam abgeschotteten nationalen Binnenmarkt von weit über 900 Millionen potenziellen Konsumenten über eine gewaltige Datengrundlage zur Entwicklung und zum Training ihrer jeweiligen KI-Anwendungen verfügen.

In eine völlig neue Dimension führt die Symbiose von einer rasant wachsenden chinesischen IT-Industrie und staatlicher Kontrolle. Innerhalb des entstehenden umfassenden Social-Credit-Systems zur Erfassung und Bewertung sämtlicher öffentlicher und privater Aktivitäten haben die staatlichen Organe Zugriff auf alle sozialen Netzwerke und auf jede Aktivität im Internet. Das private Leben wird Teil eines ubiquitären staatlichen Kontrollapparates. Im kommenden globalen Wettbewerb wie z. B. von *Tencent* gegen *Facebook* und von *Wechat* gegen *WhatsApp* haben die chinesischen Konzerne auf ihrem Heimatmarkt keine Probleme mit Datenschutzauflagen zu befürchten.

China: Künstliche Intelligenz in der Medizin

Die Informations- und Kommunikationstechnologien der neuen Generation, die Biomedizin und High-Performance Medizingeräte sowie die digital gesteuerten Robotertechnologien sind nur drei der zehn in großem Masterplan *Made in China 2025* beschriebenen Schlüsselindustrien, die von der Regierung verstärkt gefördert werden, um global dominierende Hochtechnologie-Konzerne zu etablieren. Am 20. Juli 2017 verabschiedeten das Zentralkomitee der KP Chinas, der Staatsrat und das Ministerium für Industrie und IT den sogenannten *Entwicklungsplan für Künstliche Intelligenz der nächsten Generation, Xinyidai rengong zhineng fazhan guihua* 新一代人工智能发展规划, der die globale Stellung Chinas bei der Entwicklung und Anwendung von KI innerhalb der nächsten 12 Jahren minutiös beschreibt. In diesem Plan wird das Gesundheitswesen als einer der wichtigsten Anwendungsfälle für KI genannt.³⁸ Als propagandaträchtiges Datum wird der 1. Oktober 2049, der 100. Geburtstag der VR China, genannt, an dem das Ziel der globalen chinesischen Vorherrschaft in – nicht nur digitaler – Forschung und Technologie erreicht sein soll.

Eine Datenerhebung der *Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung* (OECD) aus dem Jahr 2014 zeigt deutlich, dass die Versorgung mit Ärzten in der

³⁷ Armbruster 2018.

³⁸ Gov.cn 2017.

VR China ungenügend ist: Es werden gerade eineinhalb Ärzte pro ein tausend Einwohner gezählt, in Deutschland sind es etwas mehr als vier.³⁹ Insbesondere in den ländlichen Gegenden, wo es noch weniger Ärzte als im Landesdurchschnitt gibt, mangelt es erheblich an Gesundheitseinrichtungen aller Art. Das bedeutet praktisch, dass große ländliche Gebiete mit Millionen von Menschen keinen Zugang zu angemessener Pflege haben und die Menschen sehr lange warten müssen, um zum Arzt zu gelangen. Das nächste größere Krankenhaus ist weit entfernt, der Weg dahin beschwerlich, umso mehr, wenn ein Kranker ihn bewältigen muss. Darüber hinaus bestehen große Unterschiede zwischen ländlichen und städtischen Pflegeeinrichtungen. So kommt es oft vor, dass Patienten vom Land lieber lange unterwegs sind, um in ein besseres Krankenhaus in Peking oder Shanghai zu kommen, als sich zu Hause behandeln zu lassen. Aber nicht nur die ländliche, auch die urbane chinesische Gesundheitsversorgung muss eine steigende Zahl an umwelt- und altersbedingten sowie chronischen Krankheiten bewältigen. Die Unterversorgung von Medizinpersonal und medizinischen Einrichtungen führt zu größtenteils überarbeiteten Ärzten, die sich im ständigen Kampf gegen die Zeit befinden und die steigende Menge an Arbeit nicht mehr bewältigen können. Fehldiagnosen, falsche Behandlungen, erhöhte Kosten und nicht zuletzt der Tod der Patienten sind zwangsläufig die Folgen.

Die Korruption ist trotz des starken Eingreifens seitens der Partei noch immer auf allen Ebenen der medizinischen Versorgung allgegenwärtig. Es ist nicht selten, dass Ärzte für eine Behandlung „besondere Gebühren“ verlangen. In den vergangenen Jahren ist Gewalt von Patienten gegenüber Ärzten und Pflegern stark gestiegen (um 23 % jährlich), vor allem wenn die Behandlung keine positiven Resultate zeigt. Enttäuschung, Misstrauen und Mangel an Respekt führen zu Aggressionen und Angriffen, die auch in einigen Fällen tödlich endeten. Das alles zusammen mit Überarbeitung, Stress, Übermüdung und sehr schlechter Bezahlung stellen für die Betroffenen in der medizinischen Pflege eine enorme psychische Belastung dar.⁴⁰

Einen Ausweg aus der chronischen Überlastung der chinesischen Ärzte und des medizinischen Personals soll die Anwendung von KI in der Symptomerkennung und der Diagnostik bieten. Die KI-gestützten Anwendungen in der Medizin konzentrieren sich gegenwärtig auf die Verbesserung der Genauigkeit von Diagnose und Behandlung. Durch die Lernalgorithmen können medizinische Ergebnisse wie CT- und MRT-Bilder mit einer Genauigkeit von nahezu 100% analysiert werden. Das Forschungsunternehmen IDC schätzt, dass der chinesische Markt für KI-gestützte medizinische Diagnosen und Behandlungen im Jahr 2017 183 Millionen Yuan (ca. 24 Millionen Euro) überschritt und bis 2022 voraussichtlich auf 5,88 Milliarden Yuan (ca. 770 Millionen Euro) förmlich explodieren wird. Die ganze KI gesteuerte Medizinbranche wird nach der Prognose von IDC in drei Jahren einen Wert von 20 Mrd. RMB (über 2,6 Mrd. Euro) erreichen.⁴¹ Heute beteiligen sich in China über 130 meist

³⁹ Obwohl China die zweitgrößte Volkswirtschaft der Welt ist, ist es immer noch mit einem ernsthaften Mangel an medizinischen Ressourcen konfrontiert. Im Jahr 2015 hatte das Land nach Angaben der *Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung* (OECD) 1,8 Ärzte pro 1.000 Einwohner. Damit liegt China hinter den USA mit 2,6 und deutlich unter dem OECD-Durchschnitt von 3,4. OECD 2017.

⁴⁰ Wee 2018.

⁴¹ Xiao 2017.

größere Unternehmen an Projekten zur Anwendung von KI im Gesundheitssektor. Drei wichtige Faktoren begünstigen das Wachstum der KI-gesteuerten Medizin: die enorm große Menge an Daten, eine mehr als ausreichende Menge von Wagniskapital zur Finanzierung und der nichtvorhandene Datenschutz. Doch der technologische Ehrgeiz Chinas geht weit über den KI-Sektor hinaus. Laut der APRA-Studie beinhaltet der 13. Fünfjahresplan für den Zeitraum 2016 bis 2020 insgesamt 135 Wissenschaftsprojekte mit Bezug zur medizinischen Biotechnologie. Der Fokus dieser Projekte liegt vor allem auf der Hirnforschung, der medizinischen Robotik, der Genforschung sowie genwissenschaftlichen Anwendungen und Big Data-Lösungen.⁴² Auch will China bei den medizintechnischen Produkten im Hightech-Bereich unabhängiger vom Ausland werden. Im Rahmen des *Made in China 2025*-Programms ist geplant, bis 2030 rund 95 Prozent der medizinischen Geräte aus dem digitalen Segment, sowie E-Health-Systeme und Medizinroboter aus heimischer Produktion zu beziehen. Durch solche massive politische Unterstützung sollen chinesische Unternehmen bald in der Lage sein, mit ausländischen Anbietern zu konkurrieren. Die Politik setzt neben der Entwicklung eigener Technologien auch auf den Kauf ausländischer Technologieunternehmen.⁴³

Die chinesische Regierung kündigte im November 2017 Pläne zum Ausbau nationaler KI-Innovationsplattformen mit vier Partnerunternehmen an.⁴⁴ **Tencent** ist eines von ihnen. Das Unternehmen gründete das *A.I. Medical Innovation System (AIMIS)*, einen diagnostischen Dienst mit eigener Software, die in über 10 Krankenhäusern im ganzen Land angewandt wird. In diesem KI-gesteuerten Verfahren wird das Gewebe gescannt und in weniger als vier Sekunden diagnostiziert, ob die Zellen normal, entzündet oder bösartig sind. AIMIS verspricht derzeit eine Genauigkeit von 90 Prozent für die Diagnose von Speiseröhrenkrebs, 95 Prozent für Lungensarkoidose und 97 Prozent für diabetische Retinopathie.⁴⁵

Der Trend zur Verwendung von KI im Gesundheitswesen ist keineswegs auf schwerwiegende Szenarien wie Diabetes oder Krebs beschränkt. Tencents Tochtergesellschaft WeDoctor möchte die allgemeine medizinische Grundversorgung verbessern, indem Ärzte ausreichend durch KI-Systeme unterstützt werden. Die KI soll helfen, die Anamnese leichter durchzuführen und Diagnose sowie Behandlung sicherer zu machen. Derzeit befindet sich WeDoctor in der Anwendung bei mehr als 2.700 Krankenhäusern in China. Die Vereinbarungen werden durch Verträge mit lokalen Regierungen getroffen, die auch Zugang zu den Biodaten bekommen, die WeDoctor durch seine Dienste bei den Bürgern einsammelt. Das chinesische Gesetz schützt personenbezogene Daten kaum gegen die Erhebung durch die Regierung, es ist jedoch erforderlich, dass die Daten innerhalb der Grenzen Chinas bleiben.⁴⁶

Tencent hat bereits ein großes Netzwerk von Krankenhauspartnern aufgebaut, die seine Dienste regelmäßig nutzen: Es gibt über 38.000 medizinische Einrichtungen, in denen WeChat Nutzer Arzttermine über die App buchen können, um so lange Schlangen in medizinischen Einrichtungen zu vermeiden. Nach der Untersuchung können Patienten auch über WeChat auf ihre medizinischen Berichte zugreifen und ihre Arztrechnungen bezahlen. WeSure ist ein

⁴² DLR 2019, S. 44.

⁴³ Ebd., S. 45.

⁴⁴ Ma 2017.

⁴⁵ Finch 2018.

⁴⁶ Hawkings 2019.

anderer WeChat Dienst, der die Gesundheitsvorsorge verbessern soll: Er misst Schritte und belohnt diejenigen finanziell, die mehr als 8.000 Schritte pro Tag absolvieren.⁴⁷

Eine andere Lösung für das überlastete chinesische Gesundheitssystem könnte in der Entwicklung einer unbemannten Kleinstklinik bestehen, wobei es sich um eine Art Box handelt, die nach einem sehr einfachen Prinzip arbeitet: Die Patienten gehen in eine Kabine, geben ihre Krankengeschichte und Symptome ein und bekommen unverzüglich maßgeschneiderte Diagnose, Behandlungspläne und Rezepte vorgeschlagen. Obwohl Ärzte diese Ergebnisse überprüfen, und der Patient zu einer Nachuntersuchung bei einem „echten“ Arzt eingeladen wird, handelt es sich bei den unbemannten Kliniken um eine Erfahrung des Heilens ohne menschliche Interaktion. Diese KI-gesteuerte Klinik wurde 2018 in Wuzhen 乌镇 auf der *World Internet Conference* vorgestellt; es ist geplant, bis Ende 2019 ein Tausend dieser Kleinstkliniken in ganz China einzuführen.⁴⁸

Behandlungschatbots, Telemedizin, Prognostik, Online-Rezeptverkauf, Online-Terminplanung für die Nachsorgeuntersuchung oder Facharzttermine und elektronische Patientenakten werden das chinesische Gesundheitssystem grundlegend verändern. Diese Veränderungen werden maßgeblich durch die Politik unterstützt: Anfang 2018 brachte das Generalbüro des Staatsrates eine *Leitlinie zur Förderung der Entwicklung des Gesundheitswesens* heraus, in der medizinische Einrichtungen aufgefordert werden, die neuen Informationstechnologien zu nutzen, um die Serviceeffizienz zu verbessern, die Kosten zu senken und so die steigende Nachfrage nach Gesundheitsversorgung auszugleichen.⁴⁹ Diese sogenannte *Internet Plus Healthcare*-Initiative wird nach eigenen Aussagen ein nationales Telemedizin-Netzwerk aufbauen, die Vernetzung medizinischer Informationen beschleunigen und die Qualitätsüberwachung von medizinischen Diensten und die Informationssicherheit verbessern.⁵⁰

Die Entwicklung von **Xiaoyi** 晓医, des „Allwissenden Arztes“, eines geradezu niedlich wirkenden Roboters, der 2017 von der Firma IFlyTek auf den Markt gebracht wurde, ist für den Trend zum KI-Einsatz bei Beratung und professioneller Unterstützung von Ärzten kennzeichnend. Xiaoyi bestand überdurchschnittlich erfolgreich die chinesische ärztliche Zulassungsprüfung mit 96 Punkten. Zur Vorbereitung auf das Medizinexamen war er zuvor mit rund einer Million Bildern, 53 Büchern, zwei Millionen Krankenakten sowie 400.000 Fachartikeln aus allen Bereichen der Medizin gefüttert worden. Im Falle des Arztroboters greifen bildgestützte Diagnoseverfahren auf die verfügbaren Datenbanken zurück und erhalten somit Zugriff auf tausende von Bildern und bestätigten Diagnosen. So entsteht eine digital vernetzte „Super-Diagnostik“, die nicht nur mit einer erstaunlichen Genauigkeit binnen

⁴⁷ The Medical Futurist 2019.

⁴⁸ Hawkings 2019.

⁴⁹ In der „Leitlinie“ wird explizit die Entwicklung von Online-Krankenhäusern gefördert und die herkömmlichen Gesundheitseinrichtungen werden ermutigt, mit Startups und Hightech-Unternehmen zusammenzuarbeiten. Ein Online-Vertrieb von Arzneimitteln und eine entsprechende Logistik von Medizinprodukten werden aufgebaut, die Integration von Krankenversicherungsinformationen beschleunigt und die Möglichkeiten zur Online-Zahlung schrittweise erweitert, um den Versicherten einen bequemer Service zu bieten. Es werden Cloud-Plattformen für Gesundheitserziehung und eine Trainingsplattform eingerichtet, die sowohl dem medizinischen Personal als auch den Kunden zugutekommen. Gov.cn 2018.

⁵⁰ China Daily 2018.

weniger Sekunden eine exakte Diagnose mit entsprechendem Therapievorschlag präsentiert, sondern vor allem – im Gegensatz zu einem menschlichen Arzt – niemals etwas vergisst. Xiaoyi verfügt also über mehr als das erforderliche medizinische Fachwissen eines lizenzierten Arztes in China und soll mit seinem Wissen Ärzte bei ihrer Arbeit unterstützen.⁵¹

Der Vertrieb von medizinischer Soft- und Hardware ist auch in China trotz massiver Unterstützung seitens der Politik kein Selbstläufer und stößt durch die signifikanten Kosten nicht selten auf Widerstände bei Klinik- und Krankenhausleitungen. Dies zeigt sich besonders deutlich in der Arbeit von **12 Sigma**,⁵² einem aufstrebenden Startup, das gleichzeitig in den USA und in China ansässig ist, und dessen Programme und Geräte bei der Erkennung von Krebszellen auf Bilddateien helfen sollen. Um hier Distanz und Misstrauen den neuen Technologien gegenüber zu überwinden, setzt das Startup auf eine intensive Vertriebsarbeit bei den Krankenhäusern. Da das Interesse regional sehr unterschiedlich ist, muss zuerst das Vertrauen der örtlichen Ärzte gewonnen werden. Dafür wurden besonders geschulte Vertriebsmitarbeiter eingestellt, die eine intensive Beratungsarbeit vor Ort durchführen, auch bietet man schwächeren Häusern günstige Konditionen an. So plant 12 Sigma, ärmere Regionen mit einem Pay-per-Use-Modell einzubinden und seine Geräte in der Entwicklungsphase kostenlos zu Verfügung zu stellen. Der Gewinn für das Unternehmen besteht natürlich in der kostenlosen Anreicherung und damit Verbesserung der Algorithmen mit neuen Patientendaten, da Chinas nichtexistierender persönlicher Datenschutz die Weitergabe von Patienten-Scans leicht macht. Das Unternehmen strebt für 2019 einen Umsatz von 100 Millionen Yuan (ca. 13 Millionen Euro) und trotz der hohen Investitionen im Vertrieb ein Überschreiten der Gewinnschwelle bis 2020 an.⁵³

Einige Startups im KI-gestützten Gesundheitssektor

In Chinas KI-gestütztem Gesundheitssektor sind zahlreiche Startups aktiv, was auch nicht verwundert in einem Land, das täglich mehrere Tausend Neugründungen zählt. Die Anwendungsgebiete der Gründungen sind entsprechend dem weiten Einsatzspektrum breit ausdifferenziert. Einige von ihnen sollen hier erwähnt werden:

- **AllCure Medical** (<http://www.allcure.cn>)

Verwendung von KI zur Verbesserung der Krebsfrüherkennung und -Behandlung

Startkapital: ca. 100 Millionen Euro.

Gegründet 2015 in Peking, entwickelte das Unternehmen ein Cloud-basiertes Krebsbehandlungssystem, das auf Big Data und auf den KI-gestützten Systemen basiert. Es ermöglicht Ärzten in Chinas kleineren Städten und Gemeinden, in denen es an Fachwissen mangelt, Patientendaten hochzuladen und automatisch generierte Behandlungsempfehlungen zu erhalten. Während der Therapie können Ärzte die Cloud-Plattform konsultieren, um die Wirksamkeit der Behandlung zu prüfen. Dieses System wurde schon in 21 Provinzen und in ca. 100 Krankenhäusern in China eingesetzt. Um es weiter zu

⁵¹ Lange 2019.

⁵² Sigma.

⁵³ Liao 2019.

verbessern, arbeitet AllCure Medical mit vielen unterschiedlichen Agenturen aus dem Bereich Medizin und Gesundheitsfürsorge zusammen, um riesige Mengen an Gesundheitsdaten zu sammeln und zu analysieren.

- **Deepwise** (<http://www.deepwise.com>)

Früherkennung von Lungenknoten durch KI-gestützte medizinische Bildanalyse

Startkapital: ca. 40 Millionen Euro

Deepwise wurde Anfang 2017 in Peking gegründet. Einer der beiden CEOs war vorher Vice President bei Siemens Healthineers, einem von drei ausländischen Unternehmen, die rund 90% bis 100% des Marktes für medizinische High-End-Geräte in China bestreiten.

Das Startup-Team brachte zunächst ein Lungenknoten-Früherkennungsprodukt heraus, das in einem Dutzend Krankenhäusern getestet wurde. Allerdings musste das Team die Bilddatenkennzeichnung mehrmals wiederholen und den Algorithmus immer wieder neu trainieren, um stabile Ergebnisse zu erzielen. Es mussten auch Lösungen gefunden werden, um mit den verschiedenen Standards der medizinischen Bildgebung von den jeweiligen Herstellern zurechtzukommen und kompatible Ergebnisse zu erzielen.

- **Huiyihuiying** (<http://www.huiyihuiying.com>)

Verwendung von KI zur Verbesserung bildgestützter Diagnoseverfahren

Gegründet 2015 in Peking konzentriert sich Huiyihuiying bisher auf Röntgenaufnahmen des Brustkorbs, Lungen-CT und Mammographie-Bildanalyse, strebt jedoch eine Ausweitung auf andere Bereiche an, um die Leistung des immer noch erheblich unterbesetzten chinesischen öffentlichen Gesundheitssektors zu verbessern. Es ist geplant, Screening, Diagnose und Behandlungsempfehlung im Bereich der medizinischen Bildgebungsanalyse zusammenzufassen. Im Bereich der Grundlagenforschung arbeitet Huiyihuiying mit der Stanford University und der Tsinghua University zusammen, um weitere Anwendungen der medizinischen Bildgebungs-KI zu entwickeln.

- **iCarbonX** (<https://www.icarbonx.com>)

Unterstützung der allgemeinen Gesundheit durch KI

Startkapital: 180 Mil. Euro; Wert: 1 Milliarde

iCarbonX wurde 2015 in Shenzhen gegründet und hat schon nach einem halben Jahr einen Marktwert von rund einer Milliarde Euro erzielt, dadurch wurde es zum schnellsten „Unicorn“ der Startup- Szene.

Das Unternehmen hat im Januar 2017 eine App namens Meum auf den Markt gebracht, die biologische Marker der Nutzer aus den Bereichen Immunsystem, Blutzucker, Proteine, Stoffwechsel, Mikroben, Bewegung, Ernährung, Fitness und negative Umwelteinflüsse misst. Durch die App können die Handy-Nutzer leicht ihre Daten nachverfolgen und verwalten. Zum Beispiel empfiehlt Meum ein individuelles Ernährungs- und Trainingschema, das auf den durch „Health Data Mining“ gewonnenen Gesundheitsdaten basiert. Im April 2018 wurde ein

maßgeschneidertes probiotisches Nahrungsergänzungsmittel herausgebracht, um ein stabiles und gesundes Darmklima zu schaffen.

- **LinkDoc** (<https://www.linkdoc.com>)

Kombination von Big Data und KI zur Verbesserung der Gesundheitsdienste in China

Startkapital 130 Millionen Euro

Das Big-Data-Unternehmen LinkDoc wurde 2014 in Peking gegründet. Das Geschäftsmodell des Unternehmens besteht in der Zusammenführung und Auswertung von massenhaft vorhandenen „schlafenden“ Daten in vielen chinesischen Krankenhäusern, die bislang durch ihre mangelhafte Aufbereitung einer weiteren KI-gestützten Auswertung nicht zugänglich sind. Das Unternehmen hat in Hunderten von Krankenhäusern Millionen von Krankenakten digitalisiert und standardisiert. Im Mittelpunkt stehen schwere Krankheiten wie Krebs. Nachdem Algorithmen im Deep Learning-Modus die Daten „studieren“ konnten, stellt LinkDoc ein Lungenkrebs-Diagnosetool zur Verfügung, das Ärzte bei ihrer Diagnose unterstützt. Dies kann in Form von Behandlungsvorschlägen und der Analyse ähnlicher Fälle geschehen. LinkDoc betreibt auch ein Patienten-Follow-up-Center, das über 400.000 Krankheiten und Genesungen von Krebspatienten überwacht und digitalisiert. Diese Daten werden auf seine Big-Data-Plattform zurückgespeist und verbessern das Präzisionsniveau seiner Produkte.

Der größte Teil der hier vorgestellten Startup-Aktivitäten spielt sich im Bereich der bild- und datengestützten Diagnose und Prävention ab. Hierbei kommen vor allem lernfähige digitale Tools zum Einsatz, also Algorithmen-Gruppen, die eine erhebliche Effizienz- und Präzisionssteigerung generieren. Doch auch im Bereich der wichtigen medizinischen Hardware macht China rasante Fortschritte. Dennoch weckt der Umgang der chinesischen Medizin-Startups mit den frei verfügbaren Patientendaten in Gesellschaften mit einem höheren individuellen Schutzniveau die Sorge vor der Dystopie eines staatlichen Gesundheitsapparates mit totaler Kontrolle von Patienten und Ärzten.

Quellen:

- Armbruster, Alexander. 2018. „So will Peking den Kalten Krieg der KI gewinnen“, FAZ, <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/kuenstliche-intelligenz/peking-richtet-industriepark-fuer-kuenstliche-intelligenz-ein-15372208.html> (Zugriff am 4. April 2018).
- Bostrom, Nick. 1997. „How Long Before Superintelligence?“, <https://nickbostrom.com/superintelligence.html> (Zugriff am 4. April 2018).
- China Daily. 2018. „China to promote Internet-powered healthcare“. <http://www.chinadaily.com.cn/a/201804/12/WS5acf712da3105cdcf6517eed.html> (Zugriff am 5. August 2019).
- DLR Projektträger, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien (GIGA), Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD). (Hrsg.). 2019. „Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA) mit Schwerpunkt China“. 1. Bericht, <https://www.kooperation->

international.de/fileadmin/user_upload/apra_performance_2018.pdf (Zugriff am 5. August 2019).

- Finch, Sarah. 2018. „Tencent Enters Healthcare In China“. <https://disruptionhub.com/tencent-enters-healthcare-in-china/> (Zugriff am 5. August 2019).
- Fischer, Sophie-Charlotte. 2018. „Künstliche Intelligenz: Chinas Hightech-Ambitionen“. CSS Analysen zur Sicherheitspolitik, ETH Zürich, Nr. 220. (Zürich: Center for Security Studies (CSS)).
- Gov.cn. 2017. „Guowuyuan guanyu yinfa. Xindai rengong zhineng fazhan guihua de tongzhi“ 国务院关于印发《新一代人工智能发展规划》的通知, http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm (Zugriff am 3. April 2018).
- Gov.cn. 2018. „State Council issues guideline on Internet Plus healthcare“. http://english.www.gov.cn/policies/latest_releases/2018/04/28/content_281476127312948.htm (Zugriff am 5. August 2019).
- Hawkings, Amy. 2019. „These Chinese Startups Are Using AI To Transform Healthcare“. <https://generationt.asia/ideas/chinese-startup-ai-healthcare> (Zugriff am 5. August 2019).
- Hirn, Wolfgang. 2018. *Chinas Bosse. Unsere unbekanntenen Konkurrenten*. (Frankfurt: Campus).
- Kania, Elsa. 2017. „China's Artificial Intelligence Revolution. A new AI development plan calls for China to become the world leader in the field by 2030“, *The Diplomat*, <https://thediplomat.com/2017/07/chinas-artificial-intelligence-revolution> (Zugriff am 3. April 2018).
- Lange, Karolina und Jana Hammesfahr. 2019. „Künstliche Intelligenz in der Medizin: Ist Dr. Roboter das „Antidot“ gegen den Ärztemangel?“. *hautnah dermatologie* 35(2)2019.
- Lämmel, Uwe und Jürgen Cleve. 2008. *Künstliche Intelligenz*. (München: Carl Hanser).
- Liao, Rita. 2019. „Two former Qualcomm engineers are using AI to fix China's healthcare problem“. <https://techcrunch.com/2019/02/10/12-sigma-profile> (Zugriff am 5. August 2019).
- Lucas, Louise. 2017. „In charts: The rise and rise of China's tech trinity. Profits of Alibaba, Tencent and Baidu keep surging but they are vulnerable“, *Financial Times*, <https://www.ft.com/content/23a7ac22-83b8-11e7-94e2-c5b903247afd> (Zugriff am 4. April 2018).
- Ma, Si. 2017. „Key AI guidelines unveiled“. http://english.www.gov.cn/state_council/ministries/2017/12/15/content_281475977265006.htm (Zugriff am 5. August 2019).
- Mayer-Schönberger, Viktor und Kenneth Cukier. 2017. *Big Data: Die Revolution, die unser Leben verändern wird*. (München: Redline Verlag).
- OECD. 2017. „Health at a Glance“. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/health_glance-2017-en.pdf?expires=1564132042&id=id&accname=ocid56023174a&checksum=C84C691444954EC39D64066C4099B2A3 (Zugriff am 5. August 2019).
- Sigma. www.12sigma.cn/en/About/ (Zugriff am 5. August 2019).
- The Medical Futurist. 2019. „China Is Building The Ultimate Technological Health Paradise. Or Is It?“. <https://medicalfuturist.com/china-digital-health> (Zugriff am 5. August 2019).

- The Thousand Talents Plan. <http://www.1000plan.org.cn/en/plan.html> (Zugriff am 5. August 2019).
- Urban, Tim. 2015. „The AI Revolution: The Road to Superintelligence“, Wait but Why, <https://waitbutwhy.com/2015/01/artificial-intelligence-revolution-1.html> (Zugriff am 4. April 2018).
- Vinge, Vernor. 1993. „Technological Singularity“, Field Robotics Center, <https://www.frc.ri.cmu.edu/~hpm/book98/com.ch1/vinge.singularity.html> (Zugriff am 4. April 2018).
- Volland, Holger. 2018. *Die kreative Macht der Maschinen: Warum Künstliche Intelligenzen bestimmen, was wir morgen fühlen und denken*. (Basel: Beltz).
- Wee, Sui-Lee. 2018 „China’s Health Care Crisis“, NYT, 30. September 2018, <https://www.nytimes.com/2018/09/30/business/china-health-care-doctors.html> (Zugriff am 5. August 2019).
- Wübbecke, Jost, et. al. 2016. „Made in China 2025. The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries“. Papers on China 2.2016. (Berlin: Merics).
- Xiao, Leon. 2018. „Zhongguo yiliao rengong zhineng fazhan dongtai he qushi, 2017“ 中国医疗人工智能发展动态和趋势, 2017, IDC, Januar 2018, <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=CHC43499817> (Zugriff am 5. August 2019).
- Zenglein, Max J. und Anna Holzmann. 2019. „Evolving Made in China 2025. China’s industrial policy in the quest for global tech leadership“. Papers on China 8.2019 (Berlin: Merics).

III.

人工智能医疗在中国的发展分析

陈智孟, 福建省脸谱网络科技有限公司, 泉州

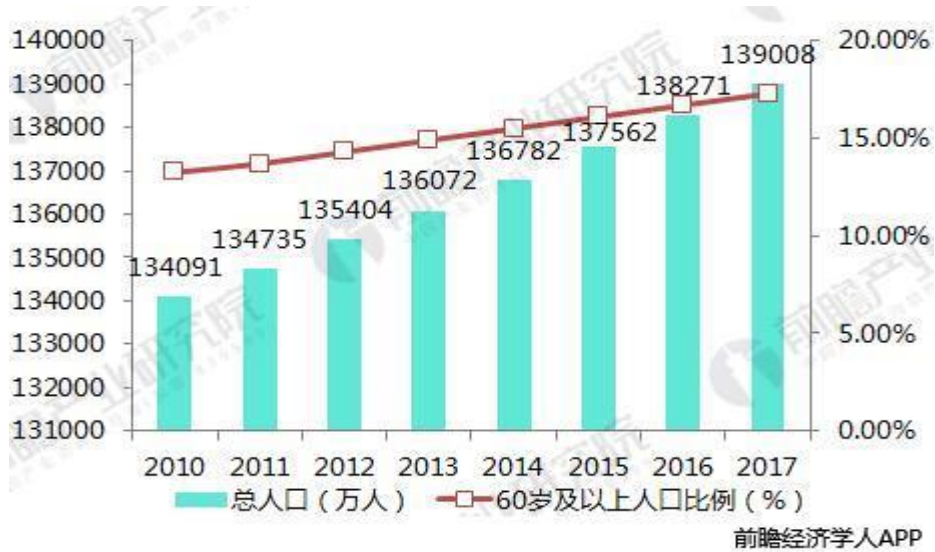
(一) 背景介绍

人工智能医疗是指以互联网为依托, 利用一系列算法和软件在复杂医疗数据分析领域, 结合人工智能技术及医疗大数据服务, 模仿医疗专家诊断疾病的思维过程, 进而提升医护人员的诊断质量与效率。更具体地说, 医疗人工智能技术是使计算机在没有收到医护人员的直接指令的前提下, 自主智能地模拟分析病患的病症与预防或医疗手段之间的关系。

人工智能医疗亦可被解读为人工智能技术在医疗场景下的应用。结合目前国内外人工智能在医疗领域的各种应用, 现将其应用场景归纳为医学影像、药物研发、医疗助手、生物技术、疾病风险预测以及医

院管理六大类，涉及的主要人工智能技术包括机器学习、计算机视觉、自然语言处理等。

医学人工智能是解决医疗生产力的根本之道。在我国，人口老龄化、慢病高速增长、医疗资源供需严重失衡以及地域分配不均等问题，造就了对医疗人工智能的巨大需求；同时，我国人口基数大、产业组合丰富、人才储备充分等特点，又给人工智能的发展提供了很好的基础。



资料来源：前瞻产业研究院整理，前瞻经济学人

另一方面，近年来国家发布的 80 多条全国性政策以及多条医疗人工智能专项政策，都表明医疗人工智能的发展迎来政策利好。因此，中国已经成为了全球领先的 AI 研发中心，医学人工智能在中国的发展面临着非常好的机遇。

时间	战略、规划	备注
2006年	《国家“十一五”基础研究发展规划》	曾经提及到“人工智能”，但仅仅作为与科学计算的分支学科之一。
2015年7月	《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》	明确提出人工智能作为重点布局的11个领域之一。
2016年3月	《国民经济和社会发展第十三个五年规划（纲要）》	重点突破新兴领域人工智能技术等。
2016年5月	《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》	到2018年，打造人工智能基础资源与创新平台，人工智能产业体系、创新服务体系、标准化体系基本建立，基础核心技术有所突破，总体技术和产业发展与国际同步，应用及系统级技术布局领先。
2016年6月	《关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》	明确提出健康医疗大数据是国家重要的基础性战略资源，需要规范和推动健康医疗大数据融合共享、开放应用。
2016年7月	《“十三五”国家科技创新规划》	重点发展大数据驱动的类人智能技术方法，突破以人为中心的人机物融合理论方法和关键技术，研制相关设备、工具和平台；在基于大数据分析的类人智能方向取得重要突破，实现类人视觉。
2017年2月	《战略性新兴产业重点产品和服务指导目录》	人工智能首次进入了指导目录名单。
2017年7月	《新一代人工智能发展规划》	到2025年，新一代人工智能在智能制造、智能医疗、智慧城市、智能农业、国防建设等领域得到广泛应用，核心产业规模超过4000亿元，相关产业规模超过5万亿元。

前瞻经济学人APP

资料来源：前瞻产业研究院整理，前瞻经济学人APP

医疗领域最突出的问题就是优质医疗资源不足，同时，医生对疾病的诊断准确度和效率还有非常大的提升空间。长期以来，大多数国家和地区，特别是进入老龄化社会之后，对医生的需求量有增无减。解决医生资源不足的问题，除了增加供给量，别无他法。但是医生培养需要周期，而且供给量也不能无限增加。于是，人们开始寄希望于机器。因为一旦能够实现机器看病，供给量将会无限增加。所以，人工智能+医疗健康的结合，是人工智能诸多应用场景中最重要一个。

（二）应用领域

1) 医疗助手

医疗虚拟助手是指基于医疗领域的知识系统，借助语音识别和自然语言处理等技术实现人机交互，为患者提供医疗咨询、自诊、导诊等服务的信息系统。消费电子领域诸如苹果 Siri、亚马逊 Alexa、微软 Cortana 等通用型的虚拟助理已经家喻户晓，医疗领域的虚拟助理则尚处于起步阶段。目前，市场上主要有用于实现语音电子病历、智能导诊、智能问诊等功能的医疗虚拟助理。

语音电子病历可通过语音实现病历录入，从而大大节约医生手写病历的时间，可以使医生将更多时间和精力用于与患者沟通和进行疾病诊断。目前，国内主要有科大讯飞、云知声、中科汇能等企业提供语音电子病历类产品，并已在北大口腔、瑞金医院等国内多家医院落地使用。当前，语音电子病历仍存在较高的技术壁垒，需要构建完备的医学知识图谱，并突破信号采集、降噪和模型训练等技术问题。此外，还需改变医生的问诊习惯，因而面临落地问题。未来，随着技术提升和应用推广，语音电子病历将逐步提升渗透率，并向医院内的其他场景延伸。

导诊机器人可以通过各类传感器获取患者的体温、心率、血压等体征数据，并完成挂号、科室分布及就医流程引导、身份识别、数据分析、知识普及等功能。当前，国内科大讯飞、杭州百世伽等厂商推出了晓曼导诊机器人、Mansure One 智能导诊机器人等多个型号的导诊机器人，并在北京 301 医院、湘雅医院等国内多家医院实现落地。经临床验证，导诊机器人可在一定程度上缓解医院导诊人员的工作压力，并确保患者得到较为精确的服务，从而提升就诊效率。与此同时，产品也存在着准确率不高、产品性能不稳定等问题，因此其技术成熟度有待进一步提高。

2) 影像诊断

医疗行业在高质量数据的获取上存在两方面问题：一是高质量的影像数据集中在少数三甲医院，不同医疗机构的数据很少能够实现共享，缺乏有效的数据互通机制；二是尽管我国已经积累了大量医学影像数据，但医学设备存在着标准不统一的情况，所以影像数据可能没有以正确的标准化形式记录下来或者存在缺失的问题，限制了 AI 在医学影像行业的进一步应用。在医学影像学的场景下，基于 AI 技术的医疗影像诊断目前还应用于单一且规律性强的领域。其已在心血管、神经、肿瘤等医疗学科有了比较成熟的应用，可以辅助医生进行有效的诊断。

从全球来看，IBM、微软、西门子、美国通用电气等企业在对医疗影像的人工智能研究上占据主流位置。由美国 IBM 研发的沃森肿瘤解决方案是世界上最为成熟的医疗应用级人工智能之一，其给出的治疗方案和顶级专家给出的方案有 90% 以上的符合度，并在诊断皮肤黑色素瘤方面以 97% 的准确率远远超越了医学专家的判别度。沃森的医疗影像分析单还同时标示出橙色和红色的部分，分别代表“谨慎使用”和“不推荐使用”。在提升效率的前提下，这减轻了医生的工作负担，减少了漏诊概率，比人类医生考虑的角度更加全面，尽量降低了医疗风险。但是，近期 IBM 的内部文件显示，许多

医生在使用沃森时，发现其在极端的诊断案例中，可能给有出血症状的癌症病人提出不合适的诊断建议。这引发了外界对其风险控制能力的质疑。

在国内，腾讯觅影的结直肠肿瘤实时筛查 AI 系统和推想科技的深度学习技术医疗影像在辅助诊断并提供解决方案方面已经取得阶段性突破。最新发布的腾讯觅影结直肠肿瘤筛查 AI 系统在临床试验中以每秒可以分析 10 张影像。经大样本、非同源、多中心的测试统计，腾讯觅影对结直肠息肉的实时定位准确率达到 96.93%，实时鉴别是否腺癌的准确率达到 97.20%。推想科技研发的智能医疗影像系统包括智能 CT 辅助筛查系统、智能 X 线辅助筛查系统、深度学习科研平台等多种人工智能产品，已在上海长征医院、武汉华中科技大学附属同济医院、大连大学附属中山医院等数家医院的影像科上线试用。

3) 药物研发

深度学习算法的进步正对药物研发产生重大影响。在传统模式下，一个新药品从实验室研发到上架销售平均需要 12 年的时间，而深度学习算法正通过建立新的计算模型使得医药研发过程大大缩短。目前，人工智能辅助药物研发的热点包括肿瘤、中老年病和罕见病药物研发上。

从全球来看，美国在人工智能药物开发上处于绝对的领先地位。Numerate 公司是其中的佼佼者。Numerate 公司成立于 2007 年，该公司的创新药物设计平台基于机器学习技术，模拟小分子化合物的药物特性，分析药物的靶点结合能力和特异性，找出药物动力学、药物代谢特性及毒副作用，挑选出最有希望的模拟化合物进行合成和实验。实验结果被用于修正和改良模拟的准确性。随着这个过程的不循环，模拟系统给出的候选化合物将越来越有针对性。

我国在利用人工智能技术^[1]进行新药研发方面与美国虽有^[2]较大差距，但已经有所进展。^[3]深圳晶泰科技是国内该领域的^[4]先行者之一。晶泰科技成立于^[5]2014 年，最早诞生于 MIT 的校园之中，公司主要为小分子药物提供基于云计算的药物固态研究技术，能够为药物固态筛选和设计提供最好的解决方案。目前公司的投资方为真格基金、腾讯和峰瑞资本。今年 5 月，晶泰科技宣布与辉瑞制药进行战略研发合作，融合量子物理与人工智能，建立小分子药物模拟算法平台，这显著提高了算法的精确度和适用广泛度，并有效驱动了小分子药物的创新。

4) 智能健康管理

智能健康管理是指借助人工智能等信息技术，在医疗保健科学的基础上所建立的健康管理服务系统，以达到降低患病风险，保持健康生活的目的。当前，智能健康管理类产品主要有健康大数据平台、健康管理系统、精神健康诊疗机等。

健康大数据平台可利用 AI 算法对所获得的用户健康数据进行分析，并提供健康行为干预和健康管理服务。得益于大数据服务的快速发展，目前健康大数据平台类产品的技术成熟度较高。当前，智能手环、智能手表、智能手机等智能硬件是用户健康数据的主要来源。但不同产品间存在较明显的“数据孤岛”问题，因而需要开放的健康大数据平台类产品，打破“数据孤岛”，汇聚数据并挖掘数据的深层价值。

健康管理系统基于 AI 技术和健康医疗知识图谱，以手机 APP 或嵌入家用电器、健身器材等智能设备的形式，提供膳食营养推荐、慢性病管理、健身指导等健康管理服务。

精神健康诊疗机瞄准精神心理类疾病，基于 AI 算法构建诊断工具模型和药物治疗模型，提供心理健康方面的服务。当前，AI 在心理健康管理方面的模型训练数据不足，技术成熟度较低，是 AI 医疗领域较为空白的领域。涉足其中的企业和相关产品数量很少，目前主要以辅助精神心理治疗师工作为主。未来，随着数据积累和模型优化，此类健康管理服务的水平有望逐步提升。

(三) 我们做的事情

- 1) 目前我们和本地区医院进行合作，为医院提供健康体检管理系统，并对系统采集的健康体检数据进行人工智能分析，并延伸出 2 大应用：
 - a) 健康风险分析：通过海量的用户体检数据，分析用户体检特征指标和具体疾病风险之间的内在关联性，预测用户的健康走势；
 - b) 慢病健康日常管理：基于用户的体检护具和健康分析结果，结合 AI 模型，为用户指定个性化的日常饮食，运动方案，同时做好用药和常规指标检测分析，以及综合身体健康状况追溯分析服务；
- 2) 基于人工智能的低视力应用研发
通过人工智能和计算机视觉技术，结合用户的综合视功能数据，如视力，视野，对比敏感度，色觉等数据，为低视力的人群提供可视化智能辅助应用。

人工智能项目和医院进行合作研发，得到了国家的支持，申请了 2 项国家重点研发项目，目前的 AI 应用正在医院进行试点推广。

Cecilia Guastadisegni

I am a medically qualified senior researcher at the *National Institute of Health (Istituto Superiore di Sanita')* in Rome – Italy. I received a Master in Toxicology and I worked in the Department of Environment of my Institute. I subsequently received a Diploma in Ethics and Philosophy of Healthcare and moved to the *Department of Cardiovascular Diseases* where I analyse population data from Health Surveys. I was a visiting scientist at the *Nephrotoxicity Research Group* of the *University of Surrey* UK and at the *Environmental Research Group* at *King's College London*, as well as at the *Centre for Genetic Research Ethics and Law of Case Western Reserve University*, Cleveland Ohio. I was enthralled by the use of genetic data in Medicine and I started researching connection between big data and Digital Medicine. I am focusing on how this research can improve patients' outcome as well as pitfalls connected with the implementation of Artificial intelligence in Medicine.

Tania Becker

Sie studierte an der *Universität Zagreb*, Kroatien, Kunstgeschichte und Vergleichende Literaturwissenschaften sowie Sinologie an der *Ruhr-Universität Bochum*. Zu ihren Forschungsinteressen zählen der philosophische Daoismus, das Hospizwesen und die Thanatosoziologie im heutigen China, die chinesische Gegenwartskunst und die Entwicklung von Robotik und von Künstlichen Intelligenz. Sie arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin am *Center for Cultural Studies on Science and Technology (CCST)* an der *Technischen Universität Berlin*.

陈智孟

福建省脸谱网络科技有限公司创始人，毕业于国立中山大学信息科学学院，获得研究生学位，研究方向为医疗大数据和人工智能应用。

公司目前主要从事两个领域的研发：

- 1) 健康体检和慢病健康管理的应用研发：基于体检数据对患者的健康状况进行持续追溯分析，基于 AI 模型分析其健康状况，并给出包括饮食方案，运动方案，以及日常的用药监测等方面的个性化的指导方案。
- 2) AI 低视力康复辅助应用研发：通过 AI 技术，为低视力患者提供日常生活辅助，康复训练的支持，以及辅具的智能化适配等服务，项目得到国家重点研发资金支持。

公司未来将不断探索 AI 技术在健康领域的新应用结合点，通过 AI 技术提高患者的生活质量。