



Was die Stimme über uns verrät



Welche Charakterzüge haben wir? **Was fühlen wir, unter welchen Krankheiten leiden wir?** Unsere Stimme und unsere Art zu sprechen enthüllen überraschend viel. Nun nutzen erste Unternehmen die Eingangstür in unser Innerstes.

VON EVA WOLFANGEL

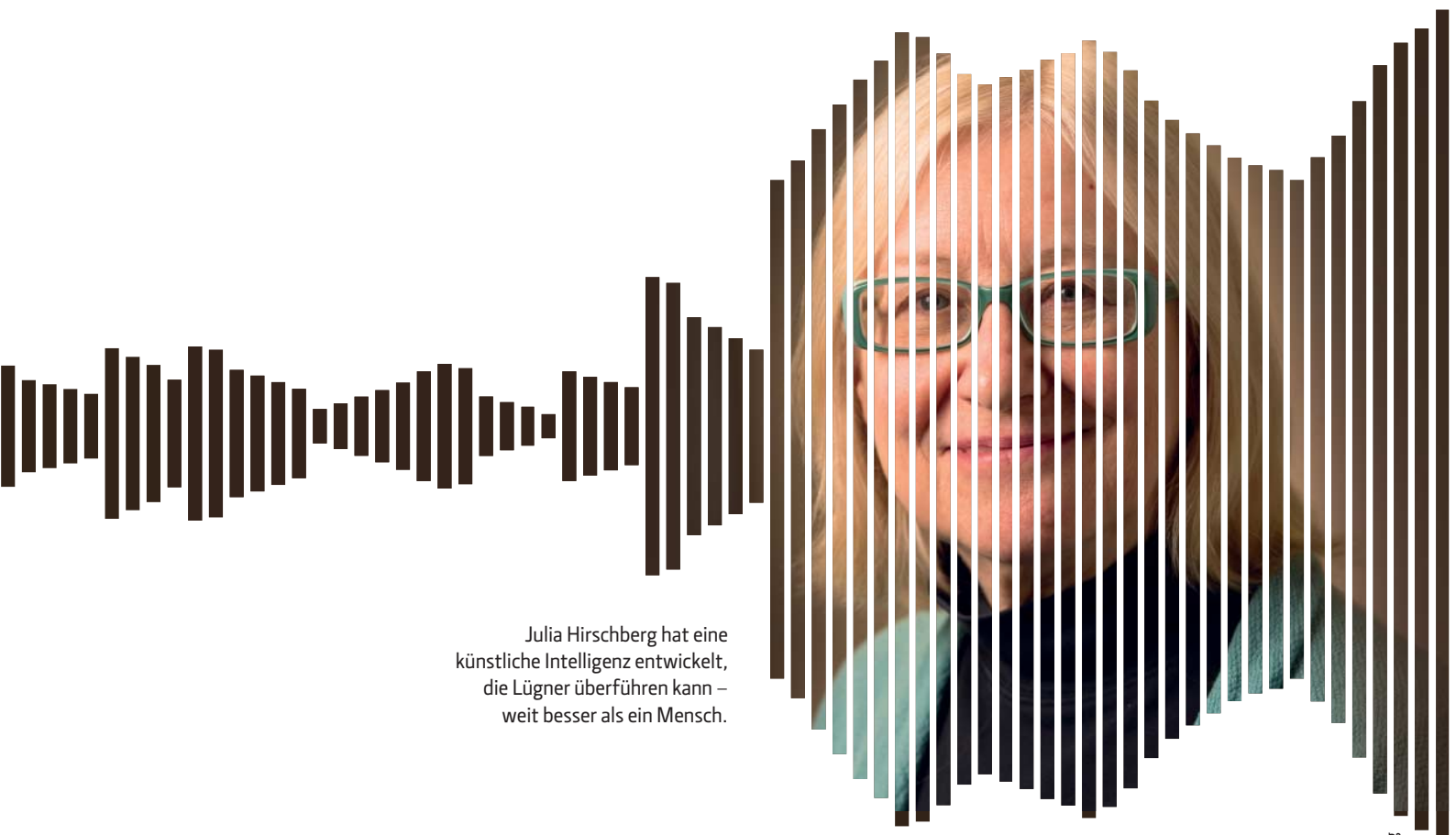
Wer bin ich? Der Sprachcomputer von Precire soll es herausfinden und beginnt ein harmlos wirkendes Gespräch. Er ist außerordentlich neugierig. „Wie war Ihr letzter Urlaub?“, „Wie verläuft ein typischer Sonntag bei Ihnen?“ Ich bemühe mich, jede Frage recht ausführlich zu beantworten, denn ich weiß: Er will 15 Minuten Sprachmaterial von mir, um meinem künftigen Chef zu sagen, was für ein Typ ich bin.

Meinem künftigen Chef? Ich suche keinen Job, ich bin Freiberuflerin. Aber aus professionellem Interesse teste ich das Bewerbungsverfahren der Zukunft. Bevor Arbeitgeber neue Mitarbeiter einstellen, wollen sie möglichst genau wissen, auf wen sie sich einlassen. Ist die Bewerberin eher engagiert? Belastbar? Stur? Arbeitet sie effizient? Ist sie teamfähig? Verträgt sie Kritik? Um das zu erfahren, ist das Bewerbungsgespräch eine zu kurze und oberflächliche Gelegenheit. Es gerät allzu oft zum bloßen Schaulaufen, und wer sich gut verkaufen kann, ist klar im Vorteil.

Precire, ein deutsches Unternehmen aus Aachen, will unter die Oberfläche schauen. Manche sagen auch: Es geht unter die Haut. Denn das Versprechen ist so groß wie unheimlich. Precire will erkannt haben, dass wir unser Innerstes auf der Zunge tragen – und einen Weg gefunden haben, es abzulesen. Seit vielen Jahren gibt es Untersuchungen dazu, dass sich Depressionen allein aus der Stimme eines Menschen erkennen lassen. Doch die neueste Forschung geht weit darüber hinaus: Die Persönlichkeit lässt sich aus unserer Sprache entschlüsseln, Emotionen und Eigenschaften eines Menschen, verspricht Precire.

15 Minuten Sprachdaten und ein paar Tage Auswertungszeit genügen – und ich zweifle, ob mein künftiger Chef mich einstellen würde. Nachdem das System von Precire auf der Basis von maschinellem Lernen meine Sprachdaten mit denen von 5000 Probanden verglichen hat, die zudem psychologisch vermessen wurden, behauptet es: Ich bin nicht besonders gut organisiert. Beim Charaktermerkmal „Selbstorganisation“ liege ich auf einer Skala bis 9 Punkten bei 4. Es ist mein schlechtester Wert in der Kategorie „Charakterzüge“. Außerdem sei ich emotional nur mittelmäßig ausgeglichen (4) und hätte ein hohes Autonomiebedürfnis (7). Glücklicherweise hält mich Precire für extrem neugierig (8 von 9), sehr verträglich (8), kontaktfreudig (7) und risikofreudig (6). Ich lege angeblich weniger Wert auf Status und Dominanz (beides 5). Zudem attestiert mir das System Stress vor und während des Gesprächs sowie eine hohe Leistungsbereitschaft.

Die Software wertet zunächst den Text aus, die verwendeten Wörter, die Geschwindigkeit und vieles mehr. Wörter wie „Problem“, „schwierig“ oder „kalt“ deuten auf Negatives hin, erklärt Philipp Grochowski von Precire. In meinem Interview etwa hat er auffällig viele negative Ausdrücke gefunden. Faktoren wie die Tonhöhe, die Art, Laute zu bilden, oder die Lautstärke, also die Stimme an sich, kommen dann ins Spiel, wenn es um den Charakter und die Psyche geht. Doch welcher Faktor in meiner Stimme nun auf Unorganisiertheit schließen lässt, kann Grochowski nicht sagen. Die künstliche Intelligenz entscheidet selbst, welche der Tausenden Faktoren, die sie in den Stimmproben identifiziert hat, für welches Ergebnis relevant sind.



Julia Hirschberg hat eine künstliche Intelligenz entwickelt, die Lügner überführen kann – weit besser als ein Mensch.

Einige große Unternehmen vertrauen dem Computerprogramm dennoch ihre Bewerber und Mitarbeiter an. Darunter finden sich der Thalax-Konzern, die Fraport AG und RWE. Sie setzen diese Technologie schon heute in Vorstellungsgesprächen und zur Personalentwicklung ein – und die Nachfrage sei enorm groß, sagt Grochowski: „Sie erfahren so mehr über einen Menschen, als sie im normalen Gespräch erfahren würden.“ Und der Betroffene kann es nicht verhindern, es gibt keine Notlügen, kein Sich-Verstellen. In der Tat fühle ich mich überraschend korrekt getroffen. Dabei hatte ich extra an einem Tag angerufen, an dem ich überzeugt war, eine hervorragende Bewerberin abzugeben. Ich war beispielsweise fest davon überzeugt, dass man mir den Stress nicht anmerkt.

Die Technologie hat tatsächlich eine wissenschaftliche Grundlage. „Man kann die Persönlichkeit sehr gut und einfach anhand von Sprachdaten auswerten“, sagt die Informatikern Julia Hirschberg von der Columbia University in New York. Schon fünf Minuten eines Gesprächs genühten, um Menschen mit hoher Genauigkeit in die Big-Five-Kategorien einzuteilen – jene fünf Hauptdimensionen der Persönlichkeit (siehe Kasten Seite 30). Dass Precire am Ende tatsächlich weiß, wie ungeduldig, offen und organisiert ich bin, hält sie für glaubhaft.

Dass Sprache als Datenroute in die Seele wichtig werden würde, hat Julia Hirschberg schon vor mehr als zehn Jahren geahnt. Nach dem Anschlag auf das World Trade Center am 11. September 2001 wandte sich die Homeland Security, das US-Ministerium für innere Sicherheit, an die Informatikerin, die sich schon seit 1985 mit Sprachsynthese beschäftigt hatte. Damals arbeitete sie für die Bell Labs an einem System, das Text

in Sprache verwandeln und dabei möglichst natürlich klingen sollte. Welches Wort in einem Satz muss dafür wie betont werden? Hirschberg steckte fest, und bis heute scheitern Sprachsynthese-Systeme an dieser Aufgabe. Doch die Mitarbeiter des Heimatschutzministeriums hatten andere Wünsche: Sie wollten ein System, das automatisch aus der Sprache Lügen erkennt. „Alle anderen Systeme wie Lügendetektoren haben nicht funktioniert“, sagt Hirschberg. „Sie waren nicht besser als der Zufall.“ Und damit genauso gut wie Menschen: Auch wir sind denkbar schlecht darin, Lügner zu enttarnen.

Gefördert vom Ministerium entwickelte sie damals ihr erstes derartiges System. Zur Verfügung standen ihr sieben Stunden Aufnahmen von 32 Sprechern – ein relativ kleiner Korpus, doch damals einer der größten, den es gab. Um die Daten zu bekommen, interviewte ein Mitarbeiter Hirschbergs, der zuvor als Schauspieler gearbeitet hatte, die Probanden. Sie wurden zur Hälfte gebeten zu lügen, während die andere Hälfte die Wahrheit sagte. Tatsächlich erkannte das System Lügner schon damals besser als die menschlichen Gegenüber anhand von Merkmalen aus der Sprache wie Tonhöhe oder Melodie.

Inzwischen hat Hirschberg einen viel größeren englischen Lügen-Korpus: 120 Stunden Sprache von 340 Probanden, und zwar sowohl Englisch- als auch Mandarin-Muttersprachler. Dafür hat Hirschberg Pärchen aus ihren Probanden gebildet, von denen je einer den anderen interviewen musste. Die Hälfte der Interviewten hatte die Aufgabe zu lügen, die andere sollte die Wahrheit sagen. „Wir haben die Lügen vorher geprüft, damit klar ist, dass sie weit genug weg von der Wahrheit sind“, sagt Hirschberg. Zudem bekamen die erfolgreichen Lügner mehr

Foto: Jeffrey Schiffman/Columbia Engineering



Geld für ihre Teilnahme am Versuch als die Ertappten. Ebenso erhielten die erfolgreichen Aufdecker mehr Belohnung als jene, die sich an der Nase herumführen ließen. Sie sollten sich schließlich Mühe geben.

Seit Jahren wertet Hirschberg diesen Korpus nach verschiedenen Fragestellungen aus, und dabei ist ihr unter anderem klargeworden, wieso Menschen so schlecht darin sind, Lügen zu erkennen: Weil es kaum eindeutige, offensichtliche Merkmale gibt: „Manche heben ihre Stimme beim Lügen, manche senken sie.“ Männer sprechen oft lauter, wenn sie lügen, Frauen hingegen nicht unbedingt. Lügner haben tendenziell eine höhere Stimme, während vor allem Frauen weniger Schwankungen in der Stimme haben, wenn sie lügen. Nur eine künstliche Intelligenz kann in dieser riesigen Datenvielfalt Muster finden. Insgesamt gelinge es dem System besser, Frauen einzuschätzen als Männer, und chinesische Muttersprachler, die Englisch sprechen, als englische Muttersprachler. Aktuell liegt der Computer in 72 Prozent der Fälle richtig – Menschen schaffen nur 46 Prozent. Besonders schlecht – auch das eine ihrer Erkenntnisse – erkennen ausgerechnet Polizisten und Ermittler in Kriminalfällen Unwahrheiten. Die besten menschlichen Lügendetektoren hingegen „sind Kriminelle“, sagt Hirschberg. Und sie fand weitere Zusammenhänge: Es gibt Menschen, die besser darin sind, Lügen zu entlarven: Es sind jene Menschen, die eine hohe Punktzahl im Persönlichkeitsbereich „Offenheit“ haben, ebenso wie im Bereich Verträglichkeit/Empathie. „Wer mit der anderen Person empathisch ist, kann sich besser in sie hineinversetzen – und erkennt Lügen umso besser.“

Ihre Erkenntnisse lassen sich auch für den umgekehrten Weg nutzen: Die US-Luftwaffe hat Hirschberg gefragt, ob es möglich sei, „vertrauenswürdige synthetische Sprache“ zu produzieren. Der Hintergrund: Piloten müssen in vielen Fällen Systemen vertrauen, die zunehmend per Sprache mit ihnen kommunizieren. „Wenn wir an größere Missionen wie bei-

spielsweise eine Mondmission denken, muss das rundlaufen“, erklärt Hirschberg. In einem ersten Experiment hat sie maschinelles Lernen benutzt, um eine synthetische Stimme zu kreieren aus all jenen Stimmen in ihrem großen Korpus, denen geglaubt wurde. „Wir waren gespannt: Klingt vertrauenerweckend deutlich anders als nicht vertrauenerweckend?“ In der Tat: Die erste Stimme hörte sich vor allem langweilig an. „Die nicht vertrauenswürdige Stimme klingt viel interessanter.“ Noch sind beide vor allem künstlich, weil sie einzelne Silben oder Satzteile immer wieder falsch betonen. Aber Hirschberg ist überzeugt, dass sich natürlich klingende, vertrauenerweckende Stimmen produzieren lassen.

Damit sind die Einfälle, was sich mit den Einzigartigkeiten unserer Stimme anfangen lässt, aber noch lange nicht erschöpft. Carlo Busso von der University of Texas in Dallas jedenfalls beobachtet derzeit ein enormes Interesse an Sprachdaten. „Schon allein deshalb, weil sie einfacher zu bekommen sind“, sagt der Spezialist für maschinelles Lernen auf Sprachdaten. Die Stimme transportiere viele Informationen, die wir nicht bewusst wahrnehmen. Jeder Mensch hat beispielsweise eine ganz charakteristische Art zu sprechen. Amazon verwendet dieses Profil, um Nutzer ihres Sprachassistenten Echo zu identifizieren. Die Telekom testet diese Besonderheiten sogar als Passwort: Anrufer werden um eine kurze Probe gebeten und anschließend anhand ihrer Stimme erkannt. Die Software des Unternehmens Nuance kann aus diesen Daten angeblich auch die Länge der Nase berechnen oder die Stellung des Kehlkopfs.

Ein großes Interesse besteht zudem bei Unternehmen, die Kundenservice anbieten und wissen wollen, wie ihre Kunden sich fühlen angesichts personalisierter Werbung oder eines Callcenter-Anrufs, erklärt Max Little von der Aston University in Birmingham, der Sprache für medizinische Zwecke auswertet. Wenn also ein Callcenter den Hinweis „Ihr Gespräch wird zur Verbesserung der Servicequalität aufgezeichnet“ abspielt, ist zumindest vorsichtiges Misstrauen angesagt. Schließlich könnten die daraus abgeleiteten Persönlichkeitsmerkmale oder Emotionen künftig auch dem Marketing dienen. Einer der Informatiker, der wohl als einer der Ersten das Potenzial der Stimme erkannt hat, ist Björn Schuller. Er arbeitet seit mehr 17 Jahren in diesem Bereich und hat ein Start-up gegründet, das Emotionserkennung auf Stimmbasis als Dienstleistung anbietet: Audeering. Die Kunden sind beispielsweise Marktforschungsunternehmen, die nicht nur am Inhalt, sondern auch an der Stimme der Befragten hören wollen, wie sie ein Produkt bewerten. Ein riesiger Markt sei auch die Analyse von Stimmdateien aus dem Internet (beispielsweise YouTube). „Da können Sie Meinungsbildung im Netz in Echtzeit verfolgen“, sagt Schuller.

Auch die Sprachanalysefirma Precire hat den Marketingansatz nach eigenen Angaben bereits getestet. „Auf Basis einer Studie bei ei-

DIE BIG FIVE DER PERSÖNLICHKEIT

Das Fünf-Faktoren-Modell geht davon aus, dass sich die Persönlichkeit aus fünf Hauptdimensionen zusammensetzt, die unterschiedlich ausgeprägt sind. Das Modell gilt als gut empirisch nachgewiesen.

BEZEICHNUNG	STARK AUSGEPRÄGT	SCHWACH AUSGEPRÄGT
Offenheit für Erfahrungen	erfinderisch, neugierig	konservativ, vorsichtig
Gewissenhaftigkeit	effektiv, organisiert	unbekümmert, nachlässig
Extraversion	gesellig	zurückhaltend, reserviert
Verträglichkeit	kooperativ, freundlich, mitfühlend	wettbewerbsorientiert, unkooperativ
Neurotizismus	emotional, verletzlich	selbstsicher, ruhig

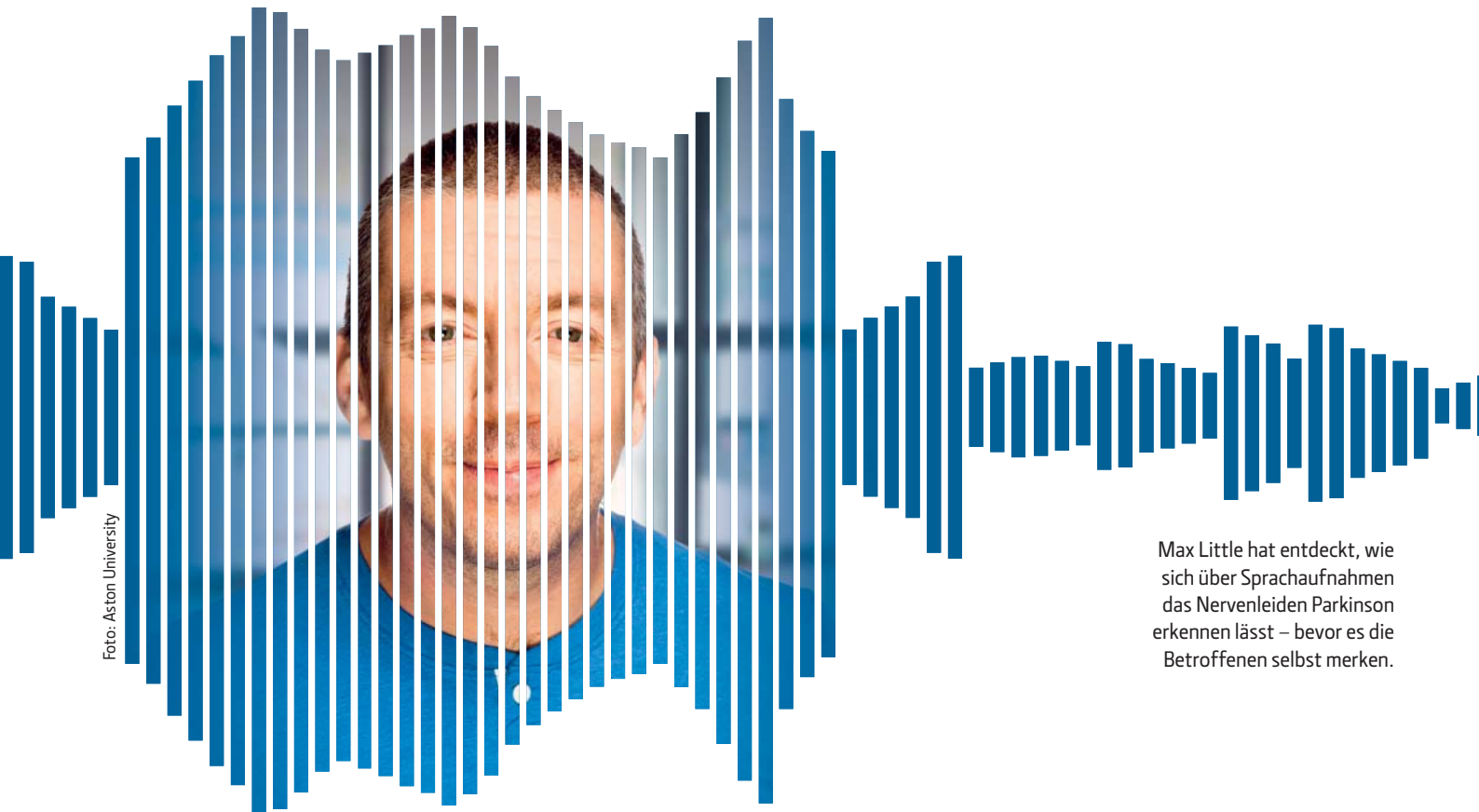


Foto: Aston University

Max Little hat entdeckt, wie sich über Sprachaufnahmen das Nervenleiden Parkinson erkennen lässt – bevor es die Betroffenen selbst merken.

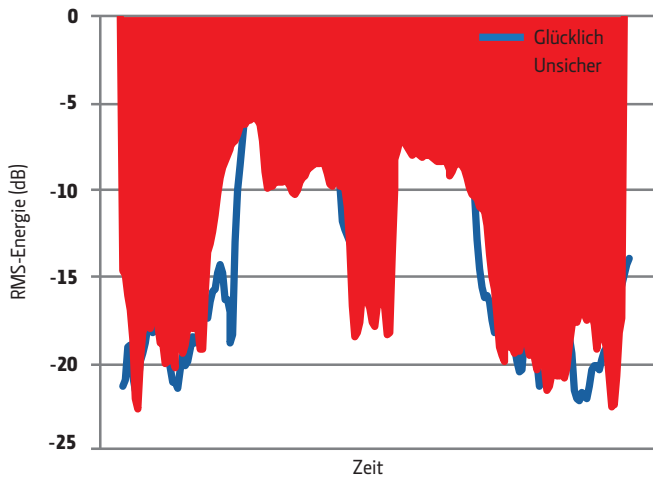
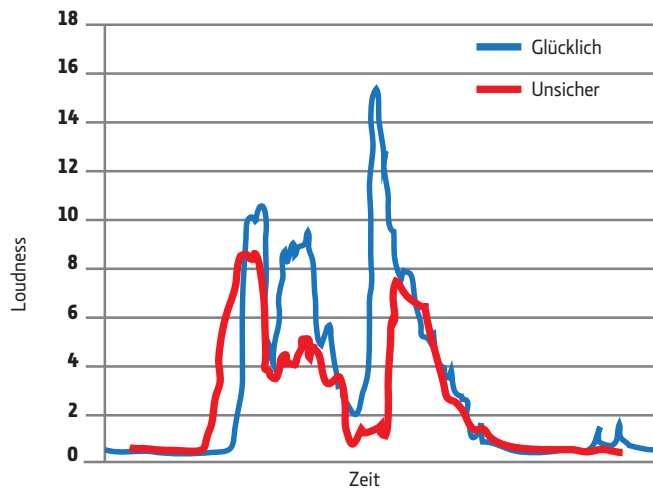
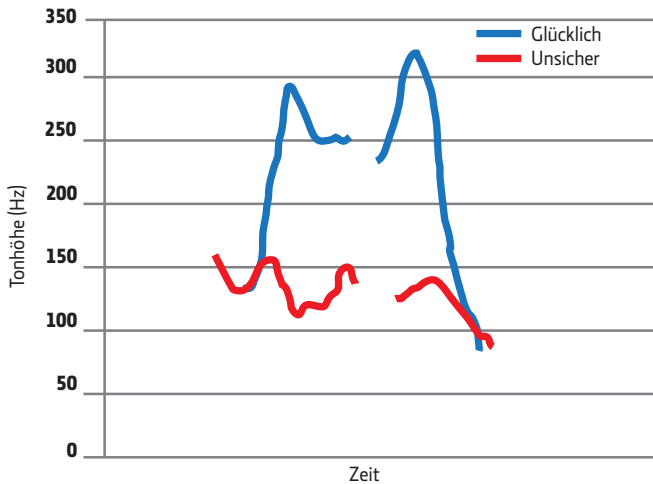
nem Mobilfunkanbieter können wir belegen, dass Reaktionen auf Mailings und der anschließende Verkaufserfolg gesteigert werden, wenn die Kundenkommunikation mit Precire nach psychologischen Merkmalen analysiert und optimiert wird“, sagt Geschäftsführer Peter Klingspor. Zielgruppengenaue Ansprache bekommt eine ganz eigene Bedeutung.

Richtig ungemütlich kann das werden, wenn die Technologie dazu genutzt wird, bestimmte Krankheiten zu erkennen. Möglich wäre es: Bereits 1974 hat Klaus Scherer, Psychologe am Neuroscience Center der Universität Genf, ein Computerprogramm zur Stimmanalyse geschrieben, das die Daten auf bestimmte Faktoren wie Tonhöhe oder Energie untersucht. Damit hat er ermittelt, wie sich die Stimme von Depressiven während der Therapie verändert. So konnte er erkennen, bei welchen Betroffenen die Behandlung erfolgreich verläuft: „Sie sprachen mit tieferer Stimme, das Erregungsniveau war niedriger.“ Bei Depressionen übertrumpfen die Maschinen heute inzwischen erfahrene Psychologen und Psychiater.

Auch Parkinson könnte in Zukunft womöglich anhand der Stimme diagnostiziert werden, wie Max Little erforscht. In einem Korpus von 1000 gesunden und erkrankten Probanden erkennen seine Systeme mit mehr als 90-prozentiger Genauigkeit, wer Parkinson hat. Dass Parkinson das Sprechen verändert, ist unter Fachleuten bekannt: „Die Sprache wird sehr schnell, und sie können die Muskeln des Vokaltraktes nicht mehr richtig steuern.“ Spannend sei natürlich, ob man die Veränderungen bereits vor der Diagnose entdecken kann. Für grundsätzlich möglich hält er es. „Es gab einen Fernsehmoderator, der später

Parkinson bekam. Bei ihm waren deutliche Zusammenhänge in der Sprache zu erkennen.“ Der Haken: Die Probandenzahl beträgt hier eins. Es gibt sonst keine Daten gesunder Sprecher, die später Parkinson bekommen haben, weil es in der Vergangenheit viel zu aufwendig war, Sprechweise und Gesundheit zahlreicher Menschen über viele Jahre nachzuverfolgen. „Aber wir haben jetzt die Tools, gute Mikrofone und Algorithmen“, sagt Little. „Die Stimme ist sehr gut zugänglich.“ Deshalb sei das Interesse stark gewachsen, auch über Parkinson hinaus. Schließlich spiegeln sich viele neurodegenerative Erkrankungen in der Stimme wider, darunter etwa die multiple Sklerose. Die Stimme könnte also in Gesundheits-Screenings der Zukunft einfließen. Mit welchen Unternehmen er zusammenarbeite, darf Little nicht konkret verraten. Allerdings sind darunter einige Kliniken, die psychische Krankheiten schneller erkennen und Patienten während der Behandlung besser beobachten wollen. „Gerade bei Depressionen, Schizophrenie oder post-traumatischen Belastungsstörungen ist es gut, wenn man die Emotionen regelmäßig verfolgen kann und nicht nur während der wenigen kurzen Therapiesitzungen“, sagt Little. Noch gibt es zu wenig Daten, um eine KI gut zu trainieren. „Wir sind deutlich hinter dem Menschen, was Genauigkeit betrifft.“ Dafür aber besteht die Chance, Patienten über längere Zeit zu beobachten. Dann könnte sich auch das Datenproblem erübrigen.

Werden Apps, mit denen wir über unser Smartphone sprechen, oder intelligente Lautsprecher bald alles über uns wissen? Nicht nur unsere Persönlichkeit, sondern auch eine nahende Depression und die Gefühlswelt? Bei allen Fortschritten hält



Die Grafik zeigt, wie sich zwei Emotionen in der Aussprache widerspiegeln. Das Start-up Audeering hat Probanden gebeten, „Mom, I’m fine“ einmal glücklich und einmal unsicher zu sagen. Analysiert wurden Tonhöhe (in Hertz), Loudness (empfundene Lautstärke) und Energie (in Dezibel).



Little diese Befürchtung immer noch für „ein Fantasieproblem“. Denn auf dem Weg dahin warten ein paar akustische Täuschungen. Eine Ursache geht zurück auf das Grundproblem jeglichen maschinellen Lernens: Die Algorithmen sind sehr gut darin, Korrelationen zu finden, aber sehr schlecht darin, Kausalitäten auszumachen. Klingt ein Mensch verärgert, weil er sich über den Werbeanruf aufregt – oder weil er gerade seinen Kaffee verschüttet hat? Hinzu kommt, dass nur prototypische Emotionen wie Freude oder Trauer relativ gut gelöst sind. Schon schwieriger wird es, wenn Emotionen ambivalent werden. Und solche drücken wir Menschen meistens aus, beispielsweise Furcht oder Frustration. Noch schlechter wird die Genauigkeit – und zwar sowohl beim Mensch als auch bei Maschinen –, wenn Informationen miteinander konkurrieren: Wenn sich Sarkasmus in die Stimme mischt beispielsweise oder Ironie, wo sich Stimme und Text oft widersprechen.

Das größte Problem ist in diesen Fällen die Annotation der Daten: Menschen müssen urteilen, was die Stimme transportiert. Schließlich existiert kein mathematisches Modell über Ärger, Freude oder Neugier. Eine künstliche Intelligenz kann also keine verdeckten Emotionen erkennen, die Menschen nicht wahrnehmen. Und es führt dazu, dass Trainingsdaten notorisch uneindeutig sind, weil Menschen subjektiv urteilen. Je weniger Kontext entsprechende Systeme haben, je weniger sie über den Rahmen wissen, in dem ein Satz gefallen ist, desto schwerer fällt die Klassifizierung. Bei „glücklich“ und „ärgerlich“ etwa wandelt sich die Stimme in ähnlicher Weise. „Wir verändern die Frequenz, wir erhöhen die Energie in unserer Stimme, wir sprechen schneller“, erklärt Little. Lediglich die Valenz, die Positivität, unterscheidet die beiden Emotionen. „Valenz ist für Menschen unglaublich schwer zu erkennen, sie machen dabei alle denkbaren Fehler.“



Foto: UT Dallas

Carlo Busso glaubt, dass sich dank maschinellem Lernen noch viel mehr aus der Stimme herauslesen lässt als heute.

Wie sollen Maschinen mit dieser Mehrdeutigkeit umgehen? Little glaubt, einen Weg gefunden zu haben. Er trainiert maschinelles Lernen ähnlich, wie wir Kinder in der Schule unterrichten. Zunächst bekommen seine tiefen neuronalen Netze die einfachen, eindeutigen Beispiele. Emotionen, bei denen sich die menschlichen Annotierer einig sind. Erst dann folgen die komplexen Emotionen wie Sarkasmus, bei denen die Maschine damit klarkommen muss, dass sie ambivalente Trainingsdaten erhält. „Soft label“, heißt das in der Fachsprache. „Klassifikatoren, die auf Deep Learning basieren, kommen mit diesen soft labels klar“, sagt Little. Aber selbst dann werde es nicht möglich sein, objektiv Emotionen zu messen, sondern immer nur, wie Menschen sie wahrnehmen. „Mein Ziel ist nicht herauszufinden, wie es dir real geht, sondern welche Gefühle deine Stimme transportiert.“

Mindestens ebenso hoch sind die Hürden Little zufolge, um Krankheiten an der Sprache zu erkennen. Was im Labor funktioniert, glückt noch lange nicht in realer Umgebung, wie der Forscher mit seiner „Parkinson’s Voice Initiative“ zeigte. Er hatte über eine Webseite 17 000 Probanden rekrutiert, die alle ihre Stimme über ihr Smartphone zur Verfügung stellten. Er wollte wissen: Können wir auf diese Weise Parkinson erkennen? Nach umfangreicher Auswertung stand fest: „Die Genauigkeit ist besser als der Zufall, aber nicht nützlich.“ Das System hatte schon Zusammenhänge gefunden, aber sie waren nicht robust. „Wenn du mich fragst, ob das außerhalb des Labors funktioniert, dann muss ich sagen: Nein.“ Dazu kommt die Neigung der Maschinen, sich an Faktoren zu orientieren, die nicht relevant sind für das Problem. „Wenn wir Aufnahmen aus verschiedenen Krankenhäusern haben, dann finden die Verfahren vor allem heraus, welche aus welchem Krankenhaus ist“, erzählt

Little. Denn verschiedene Aufnahmegeräte hinterlassen unterschiedliche Spuren in den Daten, und für Maschinen ist das der größte Unterschied. „Du musst sicher sein, dass du Symptome misst und nicht irgendwelche anderen Faktoren“, sagt Little. Das traut er Google oder Amazon nicht zu. „Die Daten werden zu verrauscht sein.“

„Diese Technologien werden schnell besser werden“, hält Sprachanalyse-Spezialist Carlo Busso dem entgegen. Der Forscher arbeitet daran, Emotionen besser zu entschlüsseln. „Mein Ziel ist es, das, was Menschen so mühelos machen, ebenso gut maschinell lösen zu können“, sagt er. Auch Amazon setzt augenscheinlich darauf, dass Informationen wie diese künftig verfügbar sein werden. Dank der Sprachassistentin Alexa sammelt das Unternehmen derzeit mühelos Sprachdaten, nun kam eine vielsagende Geschäftsidee an die Öffentlichkeit: Amazon hat kürzlich ein Patent angemeldet, in dem es beschreibt, wie es die Emotionen und den Gesundheitszustand des Nutzers anhand der Stimme erkennt. Entsprechend soll Alexa dann passende Medikamente vorschlagen – die natürlich über Amazon zu bestellen sind. Busso kann sich durchaus vorstellen, dass es klappt. „Jetzt gibt es Zugang zu vielen Sprachdaten, die Technik wird besser, dieses Problem wird nicht verschwinden“, kommentiert er. „Wir können einen Missbrauch natürlich nicht ausschließen.“ Dennoch überwiegt für Busso der Nutzen. „Wir können so wertvolle und gute Dinge damit tun.“ Je früher beispielsweise Krankheiten wie Parkinson oder Depressionen erkannt würden, desto besser ließen sie sich behandeln. Es wäre aus seiner Sicht ein Fehler, auf diese Vorteile zu verzichten. Die Gesellschaft müsse sich die Technologie jedoch genau ansehen – und dann entscheiden, was sie mit ihr machen will. Und was nicht. ❖