

Helmuth Lemme

Elektronischer Dolmetscher im Werden

Computersystem übersetzt spontan gesprochene Sprache

Der Traum des international aktiven Geschäftsmanns: Er spricht in ein Mikrofon, und aus einem Lautsprecher ertönen seine Worte anschließend in einer anderen Sprache. Was bis vor wenigen Jahren noch als völlige Utopie galt, ist jetzt in einem ersten Versuchsmuster mit eng eingegrenztem Wortschatz Realität geworden.

Gesprochene Sprache korrekt und schnell zu übersetzen, ist für Rechnersysteme eine der größten Herausforderungen. Doch wegen der ständig zunehmenden internationalen Kommunikation ist das Interesse an derartigen Systemen sehr hoch. Schon in der 50er Jahren, als die ersten leistungsfähigeren Computer zur Verfügung standen, haben sich Forscher die ersten Gedanken darüber gemacht. Jetzt sind konkrete Erfolge zu verzeichnen: Beim Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Saarbrücken ist nach dreieinhalb Jahren Entwicklung das erste Labormuster des Systems „Verbomobil“ vorführbereit. Angesichts der

enorm komplexen Aufgabe sind die erzielten Ergebnisse durchaus beachtlich. Sie waren auch nicht gerade billig zu haben: 65 Mio. DM Förderung hat das BMBF investiert, 31 Mio. DM die deutsche Industrie.

Das Ergebnis ist nun ein hochkomplexes Übersetzungssystem, bei dem 25 neuartige Sprachverarbeitungsmodulare miteinander zusammenwirken. Die Einzelkomponenten stammen u. a. von Daimler-Benz, IBM, Philips und Siemens. Insgesamt waren 29 Projektpartner aus Industrie und Forschung mit mehr als 100 Mitarbeitern an verschiedenen Orten beteiligt. Die zentrale Koordination lag beim DFKI.

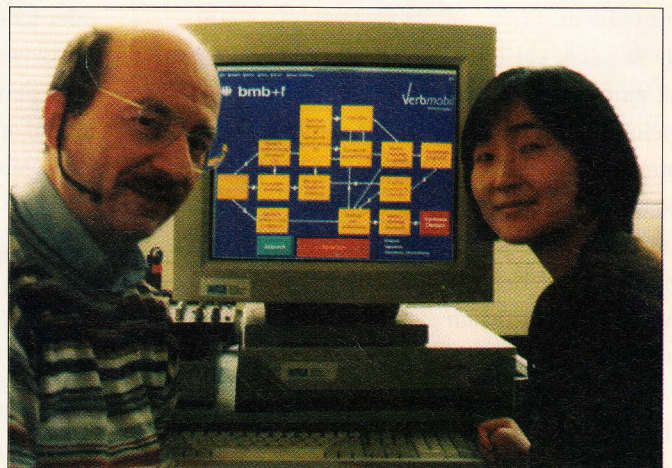
Laut Projektleiter Prof. Dr. Wolfgang Wahlster sind die für die erste Phase (1993 bis 1996) gesteckten technischen Ziele voll erreicht: Mehr als 70 % aller Übersetzungen sind korrekt, und die Verarbeitungsgeschwindigkeit ist trotz der äußerst umfangreichen Software bereits akzeptabel. Im Mittel braucht Verbomobil weniger als die sechsfache Dauer der gesprochenen Benutzereingabe, um eine Äußerung zu verstehen und

die Übersetzung auszugeben. Bei drei Sekunden Sprache ist also nach 18 Sekunden die Übersetzung da. Übersetzt wird zunächst nur Deutsch-Englisch. Daneben sind erste Versuche mit Japanisch-Englisch angelaufen.

Spracherkennung: Computer denkt mit

Ein Übersetzungcomputer für gesprochene Sprache muß drei Probleme lösen, die unabhängig voneinander und alle sehr komplex sind:

- 1) die gesprochene Sprache erkennen, d.h. die akustischen Laute in schriftlichen Text umsetzen,
- 2) diesen Text richtig übersetzen,



Übersetzungen aus dem Japanischen und zurück sind erst ein Fernziel. Der erste Forschungs-Prototyp von „Verbomobil“ übersetzt nur Deutsch-Englisch.

(Foto: DFKI)

3) den übersetzten Text in akustische Sprache umsetzen – mit möglichst natürlichem Klang.

Schon die erste dieser Aufgaben ist alles andere als einfach. Denn die Zuordnung der akustischen Laute zu Buchstaben ist nicht immer eindeutig. Gleich gesprochene Worte können durchaus verschieden geschrieben werden. Am einfachsten ist Spracherkennung noch bei Einzelworterkennung mit deutlichen Pausen dazwischen, sie wird mittlerweile relativ gut beherrscht. Schon schwieriger wird es bei vorgelesener Sprache – mit korrektem Satzbau, aber ohne Pausen. Die größte Herausforderung ist aber Spontansprache, weil sie oft grammatikalisch unkorrekt oder verkürzt ist. Hier besteht deshalb der größte Forschungsbedarf. Der im Rahmen des Verbmobil-Projekts an der Universität Karlsruhe entwickelte Spracherkennner erreicht eine Wortfehlerrate von im Mittel 13 %, das ist bei Spontansprache bereits Weltrekord. Zu Beginn des Projekts lag sie erst bei 50 %. Verbmobil arbeitet sprecherunabhängig, es wurde mit umfangreichen Daten von sehr vielen verschiedenen Sprechern trainiert.

Nun lassen sich akustische Eingaben nicht ohne weiteres „1:1“ in geschriebene Wörter umsetzen. Lebende Sprachen haben dazu viel zu viele Mehrdeutigkeiten. Eine fehlerarme Erfassung ist nur aus dem Kontext heraus möglich. Der Computer muß wirklich den Inhalt verstehen.

Zunächst vergleicht Verbmobil die aufgenommenen akustischen Muster mit bereits abgespeicherten. Der erste Schritt bei der Spracherkennung ist ein Such- und Zuordnungsproblem. Es folgt das Segmentieren (Auftrennen des kontinuierlichen Flusses in einzelne Wörter). Das System erkennt dabei 93 % der relevanten Phrasengrenzen. Pausen zwischen Wörtern sind nicht nötig, auch zwischen Sätzen nicht, „Sprechen ohne Punkt und Komma“ ist möglich. Verbmobil ermittelt die „beste Hypothese“ (das wahrscheinlichste Wort) und gibt dazu auch Alternativen mit geringerer Wahrscheinlichkeit an.

Danach folgt die Syntaxanalyse aufgrund einer eingespeicherten Grammatik für gesprochenes Deutsch (das sich bekanntlich deutlich von der Schriftsprache unterscheidet). Dabei werden viele der noch bestehenden



Für die Kommunikation mit ohne Schnur



Der I/O Connector von AMP macht Schnittstellen der Kommunikation mobil.

Ob Mobiltelefon, Laptop oder Barcode-Leser, der I/O Connector von AMP ist das ideale Steckverbindersystem für die mobile Kommunikation. Denn durch den modularen

Aufbau können Sie dieses System Ihren individuellen Anforderungen entsprechend konfigurieren. Darüber hinaus lassen sich Module mit Signal-, Coax-, Power- und Batterie-Kontakten sowie einem Fenster für die Infrarot-Übertragung beliebig zusammenstellen.

Im Bereich Mobiltelefone bietet AMP außerdem eine Reihe Board-to-Board-Steckverbinder unterschiedlicher Bauhöhen und Raster sowie Batterie-Kontakte, SIM-Kartenleser und Coax-Steckverbinder. Zusätzlich liefern wir komplett assemblierte Accessory-Kabel in den von Ihnen gewünschten Ausführungen. Bestückte Leiterplatten und Antennen für Mobiltelefone runden hier unser Lieferprogramm ab.

Rufen Sie unser Product Information Center (PIC)
an: Tel: (06103) 709 999, Fax: (06103) 709 988.
AMP Deutschland GmbH, Ampèrestraße 7-11,
63225 Langen.

AMP und Connecting at a Higher Level sind eingetragene Warenzeichen.
www.amp.com/deutsch

Connecting
at a
HIGHER
level.

AMP

Unsicherheiten bei der Worterkennung beseitigt. Wenn der Satz mit der besten Hypothese keinen Sinn ergibt, versucht es das System mit den anderen.

Der nächste Schritt ist dann die semantische Auswertung, die Sinnerkennung, die weitere Zweifelsfälle klärt. Das System versteht den Inhalt und erkennt dabei auch Widersprüche wie etwa „15 Uhr vormittags“. Bei un-

korrektem Satzbau oder bei vielen nichtssagenden Füllwörtern versucht es den zentralen Informationsgehalt herauszufinden. Dabei werden auch Abhängigkeiten von vorausgehenden Sätzen berücksichtigt. Ein wesentliches Novum: Wenn Verbmobil den Sinn nicht verstanden hat, fragt es zurück. Dabei verlangt es nicht einfach eine neue Eingabe, sondern prüft gezielt auf mögliche Mißverständnis-

se, wie etwa „Sonntag“ oder „sonntags“. Intern zeichnet der Rechner Protokolle der geführten Gespräche auf, die sich auch ausdrucken lassen.

Übersetzung: Durch Einschränkung zum Ziel

Die Wörter einzeln zu übersetzen und dabei nur ein paar grammatikali-

Katzenfressende Mäuse

Reicht zum Übersetzen von schriftlichen Texten auch ein PC? Einige derartige Programme sind bereits auf dem Markt. Eines davon hat der Verfasser dieses Berichts über mehrere Tage hinweg gründlich getestet. Der Name des Programms sei anstandshalber nicht genannt, denn das Ergebnis ist – um es gleich vorwegzunehmen – eine Katastrophe. Von seinem Anbieter wird es aber in den höchsten Tönen gelobt. In einem Vergleichstest hat es unter vielen angeblich am besten abgeschnitten. (Wie müssen dann die anderen erst sein?)

Die CD-ROM ist für knapp 500 DM zu haben, das Programm läuft unter Windows ab 3.1 auf jedem besseren PC und übersetzt Englisch-Deutsch und Deutsch-Englisch. Die Bedienungsanleitung ist gut gemacht, sogar zweisprachig, und reizt dazu, gleich loszulegen. Nach dem Start erscheinen auf dem Bildschirm zwei Fenster, eines für den Quelltext und eines für den Zieltext. Beide bieten übliche Textverarbeitungs-funktionen nach Windows-Art. Als erstes ist der Quelltext sehr sorgfältig auf korrekte Rechtschreibung zu kontrollieren, sonst gibt es Fehler. Anschließend muß man ihn nach seltenen Wörtern durchsuchen, die das System möglicherweise nicht kennt. Das kann man statt mühsam per Hand auch automatisch machen. Die betreffenden Wörter erscheinen in einer Liste, und man gibt dann passende Bedeutungen in der anderen Sprache per Hand ein. Dabei fragt das Programm im Deutschen bei Substantiven und Adjektiven nach Deklinationsformen, bei Verben nach Konjugation, außerdem nach dem Sachgebiet. So kann man sich ganze Benutzerlexika anlegen.

Der nächste Schritt ist dann die eigentliche Übersetzung. Hier hat man einige Wahlmöglichkeiten, ob z.B. das englische „you“ im Deutschen mit „du“ oder „Sie“ übersetzt werden soll, oder zwischen britischer und amerikanischer Rechtschreibung (*colour* bzw. *color* usw.).

Die Eingabe des Sachgebiets steuert die richtige Wortwahl: So wird etwa *memory* im normalen Sprachgebrauch zu *Gedächtnis*, im Bereich „Computer“ dagegen zu *Speicher*.

Außer in der Suche nach den richtigen Wörtern in der Zielsprache besteht die wesentliche Arbeit in der Syntaxanalyse der Quellsprache, jeweils satzweise. Das Programm ermittelt bei jedem Wort, ob es sich um Substantiv, Verb, Adjektiv oder sonst etwas handeln könnte, und versucht dann herauszufinden, was wohl Subjekt, Prädikat und Objekt ist. Pro Satz ist die Verarbeitungszeit begrenzt, voreingestellt auf 500 Sekunden, verlängerbar bis auf maximal 999 Sekunden. Das Übersetzungsarchiv ermöglicht ein Abspeichern von ganzen Sätzen, was später die Arbeit beschleunigen kann.

Der übersetzte Text muß auf alle Fälle nachgearbeitet werden, das sagt die Bedienungsanleitung ganz unmißverständlich. Noch besser ist eine geeignete Aufbereitung des Quelltextes vor der Übersetzung.

Welten zwischen Theorie und Praxis

So weit, so gut. Was beim Ausprobieren als erstes auffällt: Alle wesentlichen Funktionen dauern endlos lange. Wer das auf einem alten 33-MHz-PC versucht, der kann ausgiebige Kaffeepausen einlegen. Dabei wird eine Uhr eingeblendet, die ständig rundherumläuft; welcher Teil der gesamten Zeit verstrichen ist und wie lange man noch warten muß, läßt sich aber nicht ablesen. Das ist ein Ärgernis; sehr viel besser wäre ein sich verfärbender Balken, der den geleisteten Teil der Arbeit in Prozent anzeigt, wie vielfach bei Installationsvorgängen.

Weit schneller geht die Wortsuche per Hand. Zusammengesetzte Wörter sollte man möglichst zerlegen. Wörter, die unübersetzt übernommen werden sollen,

muß man vorher kennzeichnen, sonst wird aus Mannheim „man home“.

Als die eigentliche Quälerei für den PC erweist sich dann aber die Syntaxanalyse. Es ist dringend ratsam, vor Beginn der Übersetzung den Satzbau im Quelltext so weit wie irgend möglich zu vereinfachen. Satzklammern, lange Attribute, Bandwurm- und Schachtelsätze sind unbedingt zu vermeiden, sonst steigt er aus. In der Bedienungsanleitung heißt es ganz klar: „Jede Minute, die Sie in die Kontrolle und Aufbereitung des Quelltextes investieren, erspart Ihnen ein Vielfaches an Zeit, die in die Überarbeitung gesteckt werden muß.“ Das stimmt absolut. Der Versuch, eben diesen Satz ins Englische zu übersetzen, geht gründlich schief: Der Rechner leistet mehr als 20 Minuten lang Schwerstarbeit, die Festplatte rappelt wie wild, am Ende gibt er unverrichteter Dinge auf.

Der Satzbau war demnach entschieden zu kompliziert. Wie sich schnell zeigt, hat das Programm aber auch schon mit einfachsten Hauptsätzen aus Subjekt, Prädikat und Objekt die größten Schwierigkeiten: *Die Katze frißt die Maus*. Der Rechner ackert mehrere Minuten, schließlich erscheint auf dem Bildschirm: *The mouse eats the cat*. Bei Wiederholung noch einmal das gleiche. Nach Neustart ein paar Stunden später ein dritter Versuch: Jetzt auf einmal richtig! Beim umgekehrten Ausgangssatz, zwar biologisch falsch, aber grammatikalisch in Ordnung, bringen zwei Versuche gegensätzliche Ergebnisse: Beim ersten Mal falsch übersetzt und biologisch bereinigt, beim zweiten Mal biologisch falsch, aber korrekt übersetzt. Ist da ein Zufallsgenerator eingebaut? Mal so, mal so.

Weitere Versuche mit anderen sich gegenseitig fressenden Tieren bringen keine erkennbare Systematik, sondern eher Anlaß zu Lachkrämpfen – übrigens in beiden Übersetzungsrichtungen: Englischer Quelltext: *The cat eats the mouse*. *The mouse eats the cat*. *The dog eats the cat*. *The cat*

sche Regeln zu beachten, genügt nicht entfernt, um eine brauchbare Übersetzung zu erzeugen. Das ergäbe meist „Filsbriefe“. Sehr viele Wörter haben einen sehr breiten semantischen Hof und in der anderen Sprache eine Fülle von verschiedenen Bedeutungen. Bei der Auswahl der jeweils passenden muß der Computer das Umfeld analysieren und daraus schließen, was wohl gemeint sein könnte. Das

eats the dog. The cat eats the deer. The deer eats the cat. Übersetzungsergebnis: *Die Katze frißt die Maus. Die Maus ißt die Katze. Der Hund frißt das Cat. The Katzenessen, das die Dog. The Katze ißt, der Deer. The Hirsch frißt die Katze.* Seltsamerweise ist das alles aber nicht reproduzierbar, sondern jeder Versuch liefert etwas anderes, oft auch durchaus richtig.

Das könnte im Prinzip ein recht unterhaltsames Partyspiel abgeben. Man sollte aber dafür mindestens einen 200-MHz-Pentium verwenden, sonst dauert die Sache so uferlos lange, daß der Spaß schnell vergeht. Mit Sprachkunstwerken von Goethe oder Shakespeare sollte man es nicht erst versuchen, diese ehrenwerten Herren würden sich sonst im Grabe umdrehen. Jedenfalls bei kürzeren Sätzen; bei den längeren würde nichts passieren, die Maximalzeit pro Satz wäre schnell überschritten.

Sind vielleicht die Konkurrenzprodukte besser? Ein Kollege des Berichterstatters hat ein anderes Übersetzungsprogramm getestet und meldet noch weit schlimmes Zeug.

fazit: Wer beruflich Texte zu übersetzen hat, der kommt mit althergebrachter menschlicher Arbeitskraft ganz wesentlich schneller und billiger zum Ziel. Es sei denn, man liebt seinen PC derart, daß man ihm so viel wie möglich zu tun geben möchte (mit längeren Texten kann man ihn leicht eine Nacht durch auflasten).

Noch Hoffnung für die Zukunft? Vielleicht kommen ja in einigen Jahren noch einmal etwas bessere und vor allem schnellere Übersetzungsprogramme. Auch die Schachprogramme waren am Anfang sehr mäßig und sind inzwischen schon recht clever. Aber menschliche Sprache ist unendlich viel komplexer und unlogischer aufgebaut als ein Schachspiel. Hier stößt man auf ein grundsätzliches Problem. Insofern brauchen die Berufsübersetzer um ihre Arbeitsplätze vorerst nicht zu fürchten. /e

Boardtest mit Flying Probe : SPEA 40xx für alle Testanforderungen

SPEA, innovativer europäischer ATE-Hersteller, bietet jetzt die überragende Lösung für den wirtschaftlichen Boardtest. Es wurde eine komplette Flying Probe Systemfamilie SPEA 40xx entwickelt, bei der die vielfältigen Anforderungen im Hinblick auf Test-Performance und Testgeschwindigkeit mit einem optimalen Preis-/Leistungsverhältnis kombiniert wurden. Laut Angaben von Anwendern dieser Systeme wurde die «Ära Flying Probe Test» durch die SPEA-Lösung neu definiert.

Flying Probe ... revolutioniert

Die modulare Hardware-Architektur gewährleistet eine Konfiguration der Systeme gemäß Testanforderungen. Hierfür stehen Module aus den Bereichen Analog, Digital und Power zur Verfügung. Alle für den Boardtest relevanten Prüfmethoden sind in einem einzigen Tester kombinierbar :

- MDA-Test
- Parametrischer In-Circuit-Test
- Cluster- und Funktionstest

Zusätzliche Fixed Probes

Je nach Systemmodell stehen neben den 4 High-Speed Flying Probe Testköpfen zusätzlich 8 bis 1024 Testkanäle (Fixed Probes) zur Verfügung. Dadurch können schnell und einfach prüflings-spezifische Kontaktierungen z.B. über Stecker und Fixed Probes realisiert werden. Das Anlegen von Betriebsspannungen für den Cluster- und Funktionstest ist somit ohne großen Aufwand praxisgerecht umsetzbar.

Extrem kurze Testzeiten

Bei der 40xx-Serie wird unterschieden zwischen Systemen mit Linearmotoren und luftgelagerten Achsen und Systemen, deren Antriebstechnik auf einem neuartigen Stepmotor-Prinzip basiert. Die Positioniergeschwindigkeit der Mechanik ist sehr hoch. Höchste Testgeschwindigkeit ist verbunden mit hoher Positioniergenauigkeit.

Ergonomische Prüflingszuführung

Die Zuführung der Prüflinge erfolgt entweder Inline oder über einen SHUTTLE BOARD LOADER (Servomotor-Transportsystem), das dem Operator eine effiziente und ergonomische Bedienung ermöglicht.

Parametrisch, dynamische Tests

Es werden prinzipiell parametrische und dynamische Tests in allen Bereichen durchgeführt - sowohl bei den Kurzschluß- und Komponentenprüfungen (mit und ohne Betriebsspannung) als auch bei den Cluster- und Funktionstests. Als meßtechnische Eigenschaften ragen heraus :

- Kurzschlüsse 10mΩ bis 10MΩ
- Widerstände 10mΩ bis 10MΩ
- Kondensatoren 1pF bis 1F
- Induktivitäten 1µH bis 1H
- Diodenströme bis 1A
- Z-Dioden bis 80V
- Diodenleckströme bis 2,5nA
- Übersetzung/Wickelsinn von Trafos
- Funktionskontrolle von Relais
- Open Pin Erkennung
- Power On Test
- Built In Selftest (BIST)
- Board On Selftest (BOST)
- Boundary Scan Test

Zur Prüfprogrammgenerierung werden CAD-Daten genutzt. Das Debugging ist durch Fuzzy-Logik und ein implementiertes Expert System einfach und verursacht nur minimalen Zeitaufwand.

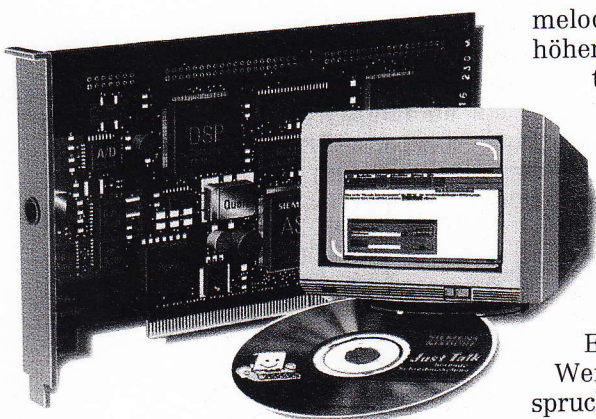
Weitere Informationen :



Systeme für professionelle
Elektronik und Automation
Schützenweg 62
35418 Buseck

Tel. : 06408/2081 Fax. : 06408/7425

Tester von SPEA - was sonst



Fließende Rede ist für Computer bereits erkennbar. Bei einem heute üblichen Wortschatz von 20 000 Wörtern „versteht“ dieses im Siemens-Forschungszentrum entwickelte System mehr als 90 % von kontinuierlich gesprochener Sprache. (Bild: Siemens)

Verbmobil sucht also nach Schlüsselwörtern in der Nachbarschaft des fragwürdigen Wortes, die dann helfen, die Entscheidung zu finden. Die Sprachverarbeitung ist demnach mit echter Wissensverarbeitung verbunden, um die Intention des Sprechers genauer zu erfassen. Verbmobil denkt mit. Etwa bei *Mein Büro liegt im dritten Stock*: Hier darf „Stock“ nicht mit *stick* übersetzt werden, sondern nur mit *floor*.

Diese Aufgabe erfordert allerdings einen enormen Aufwand an Software. Um überhaupt einen Forschungsprototyp wie diesen zum Laufen zu bringen, hat man das zu bearbeitende Sachgebiet ganz stark eingeschränkt, hier auf den Bereich der Terminabsprache. Der Wortschatz ist auf etwa 2500 Wörter begrenzt.

Ausgabe: Sprachmelodie bleibt erhalten

Bei der Umsetzung des übersetzten Textes, der zunächst in Datenform vorliegt, in akustische Sprache war das Hauptziel eine natürlich klingende Aussprache mit der richtigen Satzmelodie, so daß auch Informationen, die nicht in den eigentlichen Worten enthalten sind, mit hinüberkommen. Neuronale Netzwerke versuchen, den Stimmcharakter des Originalsprechers nachzubilden. Männerstimmen und Frauenstimmen bleiben als solche in der Tonlage erhalten.

Da die gesprochene Sprache keine Interpunktion kennt, wird die Sprach-

melodie, die Intonation (Tonhöhenverlauf) ausgenutzt, um unterschiedliche Bedeutungen derselben Wortfolge zu erkennen. Ein Beispiel: „Kommen Sie zu mir ins Büro“ wird je nach Betonung zu „Do you come into my office“ oder zu „Come into my office“.

Der praktische Test zeigt: Es funktioniert tatsächlich. Wenn man deutlich und widerspruchsfrei spricht und keine allzu seltenen Wörter verwendet, dann produziert Verbmobil durchaus verständliche Übersetzungen.

Nächste Version wird noch besser

Verbmobil ist natürlich nicht zum allgemeinen Verkauf gedacht, sondern nur eine Studie. Schon eine Zeitverzögerung um den Faktor 6 wäre nicht zu vermarkten, und über den Preis

chungen zwischen Aussprache und Schreibweise. Darüber hinaus liegen noch Welten zwischen alt-ehrwürdigem Oxford-Englisch und Südstaaten-Amerikanisch. Auch andere Sprachen werden anvisiert, vor allem Japanisch. 50 Mio. DM stellt das BMBF bereit, 20 Mio. die Industrie. So dürfte der deutsche Vorsprung weiterhin erhalten bleiben. Weltweit ist Verbmobil das am weitesten vorangeschrittene Projekt dieser Art. Selbst die USA liegen im Vergleich dazu weit zurück.

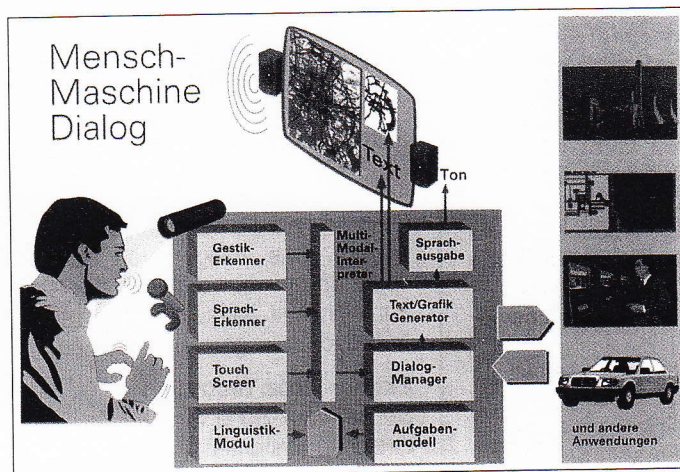
Der verwendete Rechner ist eine Sun-Workstation Ultra II mit 1 GByte Arbeitsspeicher und 4 GByte Festplattenspeicher. An ein tragbares Gerät denken die Forscher in absehbarer Zeit nicht, vielmehr an einen zentralen Server, der bei Bedarf über Telefon oder Handy angerufen wird.

Zu tun ist auf alle Fälle noch sehr viel. Wichtig für eine breite Akzeptanz ist, daß das Sprachgefühl stimmt. Dies mit einem Computer zu erfassen, ist jedenfalls zur Zeit noch schwer vorstellbar. Etwa zwischen

Deutsch und Englisch kann das schon schwierig genug sein. Von einer europäischen Sprache dagegen etwas in eine außereuropäische richtig zu übersetzen, erfordert ein immenses Wissen über die gesamte dortige Kultur, sonst richtet der Computer mehr Schaden als Nutzen an.

Was an „höheren“ Übersetzungsproblemen auftreten kann: Ein

Indianerhäuptling aus dem brasilianischen Regenwald soll einmal gefragt worden sein, wie der Satz „*Ich habe mich im Wald verlaufen*“ in seiner Sprache heißen würde. Der guckte daraufhin ganz verblüfft und meinte dann, das könne er unmöglich ausdrücken, denn so ein Mißgeschick sei bei seinem Stamm seit Menschengedenken noch nie vorgekommen; das könne wohl nur einem Weißen passieren. – Wird ein Computer je solche Dinge erfassen können? □



Das System MOFA erkennt nicht nur Sprache, sondern auch Zeigegesten sowie Kopfbewegungen und ermöglicht so dem Menschen ein natürliches Kommunikationsverhalten auch im Umgang mit Computern. (Bild: Siemens)

spricht man überhaupt nicht. Der Forschungsprototyp ist lediglich eine Etappe auf einem noch langen Weg. Gemessen an dem überaus hoch gesteckten Ziel ist seine Leistung fürs erste durchaus schon akzeptabel. Im Jahr 2000 soll voraussichtlich die nächste Version mit wesentlichen Verbesserungen zur Verfügung stehen, u.a. für Englisch-Deutsch-Übersetzungen. Englische Sprechererkennung ist noch viel komplexer als deutsche wegen der starken, irregulären Abwei-