

3. Synthese gesprochener Sprache

3.1. Allgemeines

Ein "text-to-speech"-System besteht im Normalfall aus zwei Teilen:

- Graphem-Phonem-Umsetzung:

Die Umsetzung der schriftlichen (= graphematischen) Repräsentation der Äußerung in eine Repräsentation der zu erzeugenden akustischen Form der Äußerung (phonetische Repräsentation). Dies ist auch wieder eine Zeichenkette.

- Akustische Synthese:

Die phonetische Repräsentation ist der Input - genauer die Steuerinformation - für einen Sprachsynthetisator, der auf eine ähnliche Weise wie eine elektronische Orgel arbeitet.

Die zweite Stufe ist rein elektronisch-akustisch und wird durch einen Sprachsynthetisator realisiert. Die erste Stufe ist dagegen vor allem linguistisch basiert und stellt die Steuerinformation für den Sprachsynthetisator bereit.

Die Synthese gesprochener Sprache ist ein Teilgebiet der CL mit einem äußerst großen

Anwendungsspektrum. In wenigen Jahren werden sich derartige Systeme allenthalben bemerkbar machen. Dafür gibt es folgende Gründe:

1. Die Kosten sind vergleichsweise gering, der Entwicklungsstand ist weit fortgeschritten (aber s. Beginn von 3.6.).

2. Es gibt viele geeignete Anwendungssituationen, so u.a. solche, wo

- die Kommunikation mit einem Leistungssystem in gesprochener Sprache erfolgen muß (z.B. Auskünfte über Telefon). Hier läßt sich eine wesentliche Beschleunigung und Einsparung an Routinearbeit erreichen.
- "sich bewegende" Personen ständig bereit sein müssen, bestimmte Informationen zu empfangen. Der "menschliche Sprecher" fällt sicher dann aus, wenn z.B. eine technische Anlage diese Informationen verteilt oder diese Informationen von einem Ort kommen, wo sich Menschen besser nicht aufhalten.
- schriftliche Informationen nicht übermittelt werden können, weil z.B. die technischen Voraussetzungen nicht bereitstehen (z.B. Kraftfahrer).
- eine Umsetzung schriftlich fixierter Texte notwendig ist (z.B. Vorlesegeräte für

Blinde, Sprechgerät für Stumme, Nachrichten für sehr viele Personen)

- durch digitale Umwandlung von Sprachsignalen eine größere Übertragungskapazität erreicht werden kann (z.B. Transatlantik-Telefonate). Hier liegt eine Kombination von Spracherkennung und -synthese vor.
- bei der Spracherkennung ein Kontrollmechanismus erwünscht oder notwendig ist (Echos bei Dateneingabe usw.). Auch dies ist eine Kombination mit der Erkennung.
- ein Vorlesen/Vorsprechen erwünscht ist (wie im Sprachunterricht). Dies setzt allerdings eine hohe Qualität voraus.
- die Befriedigung des reinen Spieltriebs oder irgendwelche Gags den Umsatz steigern (Spielzeug, Haushaltsgeräte, Elektronik).

3.2. Graphem-Phonem-Umsetzung

3.2.1. Die Steuerinformation für den Synthetisator

Bevor man die Aufgabe der Graphem-Phonem-Umsetzung exakt definieren kann, ist zunächst zu klären, was ihr Output enthalten muß:

1. Die Phonemfolge

Hierzu ist zuerst eine Entscheidung über das Inventar zu treffen: Die "klassischen Phone-me" erfordern für die spätere Synthese die Ermittlung der jeweiligen (positionsbedingten) Allophone, um einen verständlichen Output zu erhalten. Die Frage ist somit, wo man diesen Schritt ausführt.

2. Segmentgrenzen

Die in 1. genannte Kette muß in verschiedener Weise mindestens durch eine Segmentierung strukturiert werden (Silben-, Wort-, Phrasen- und Satzgrenzen). Die "Auswirkungen" dieser Grenzen sind teilweise schon in 1. enthalten (*Aberglaube - aberkennen*), sie sind auf alle Fälle aber für 3., 4. und 5. erforderlich.

3. Pausen

Sie sind schon deshalb anzugeben, weil sie realisiert werden müssen. Sie hängen mit 2. und 5. zusammen.

4. Wortbetonung

Innerhalb von Wörtern sind die Silben mit Stark- und Schwachton anzugeben, bei qualitativ anspruchsvoller Synthese noch eine dritte Stufe (Nebenton), die z.B. für Dt. und Engl. notwendig ist: '*Grundstein,legung*

5. Prosodische Merkmale

Dies sind die segmentübergreifenden Intonationsmerkmale, die den Tonhöhen- und Schalldruckverlauf in größeren Teilen einer

Äußerung beschreiben. Da sie das unmittelbare "Kettenformat" sprengen, müssen sie auf etwas andere Weise dargestellt werden, letztlich natürlich auch in der Kette.

6. Grundfrequenzverlauf

Er überschneidet sich mit 4. und 5. und ist notwendig, wenn gesungen werden soll.

Bei Unvollständigkeit oder Inkorrektheit der Informationen in der aus 1. bis 5. bestehenden Transkription treten gravierende Verständlichkeitsmängel ein, d.h. diese Informationen sind tatsächlich notwendig.

3.2.2. Die automatische Erzeugung der Steuerinformation - prozedurale Aspekte

An dieser Aufgabe lassen sich einige grundsätzliche Fragen erläutern. Es handelt sich um ein Problem, das sich abstrakter so charakterisieren läßt:

- Es sind Ketten über einem Alphabet (Buchstaben) in Ketten über einem anderen Alphabet (Phonemsymbole und zusätzliche Zeichen) zu übersetzen.
- Die Übersetzungsbeziehung ist nicht immer eindeutig: *erblich, Wachtraum*.
- Die Ketten sind in ihrer Länge nicht beschränkt (wenn man an die Umsetzung von Texten einschließlich prosodischer

Merkmale denkt).

- Die Ketten sind jedoch strukturiert, und ihre Struktur beeinflußt die Übersetzung in wesentlichem Maße (s.o.).

Das gestellte Problem erlaubt keine Triviallösung, andererseits gibt es aber Regularitäten. Die Regularitäten kann man entweder als Regeln im engeren Sinne auffassen und geeignet formalisieren oder man kann sie an die von ihnen erfaßten sprachlichen Einheiten "heften". Im ersten Fall geht man **regelbasiert** vor, im zweiten Fall **lexikonbasiert**. "Lexikon" darf hier nicht als "Sammlung von Wörtern" verstanden werden, normalerweise handelt es sich um kleinere Einheiten. Das Wesentliche ist, daß die Informationen bestimmten Einheiten zugeordnet sind, und diese Einheiten werden "aufgerufen".

Eine lexikonbasierte Strategie liegt natürlich immer dann vor, wenn z.B. ganze Wortformen in einem Schritt umgesetzt werden. Dies ist für kleine Wortschätze günstig und ebenso für häufige Wortformen, bei denen man dem eigentlichen Transkriptionsprozeß auf diese Weise umgehen kann, um Zeit zu sparen (s.u.).

Für die automatische Transkription erweist sich als günstige Lösung eine Strategie, die

eine Mischung zwischen beiden darstellt und die nach folgenden Grundsätzen funktioniert:

1. Harte Regularitäten werden als Regeln dargestellt.

2. Ausnahmen werden mit ihrem "Anlaß" verknüpft, dies sind im allgemeinen "Wortteile" (Wortformen bis Morphe).

3. Besonders renitente oder häufige Ausnahmen werden vor der eigentliche Prozedur durch eine vorgeschaltete Liste abgefangen.

Der Charakter einer Mischung besteht also nicht nur in einer Anwendung von zwei Typen von Operationen im Ablauf, die Punkte 1. und 2. laufen vielmehr auch auf eine "begriffliche Mischung" hinaus: "Regel" und "Ausnahme" sind als solche nicht mehr direkt erkennbar, es gibt nur allgemeinere und speziellere Regeln, wobei eine allgemeinere Regel durch speziellere aufgehoben ("überschrieben") werden kann.

Bei dieser Kombination ist zu klären,

- a) in welchem Format man die Regeln darstellt,
- b) wie man ihre Anwendung steuert, insbesondere auch den Überschreibungsmechanismus garantiert.

Zu a):

Es zeigt sich, daß ein verallgemeinerter Typ von kontextsensitiven Regeln für diesen Zweck genügt:

$$l p' r \rightarrow l q' r$$

Dabei sind l , r , p' und q' Ketten über einem Alphabet, das aus den Buchstaben, den Phonemsymbolen, Symbolen für Klassen von Buchstaben oder Phonemsymbolen (z.B. "Vokal"), Segmentierungssymbolen (z.B. "linke Grenze eines Präfixes", "Grenze zwischen Simplizia im Kompositum") und eventuellen weiteren Zeichen besteht.

Die Interpretation der Regel ist:

Ersetze p' durch q' , wenn sich p' unmittelbar zwischen l und r befindet. Dabei ist p' eine Buchstabenkette mit einer Länge ≤ 1 . Die Buchstaben spielen in etwa die Rolle der nichtterminalen Symbole, während die Phonemsymbole den terminalen Symbolen entsprechen. Kontextsensitive Regeln im strengen Sinne lägen vor, wenn p' Ketten der Länge 1 wären.

Ein Regelsystem dieser Art ist ein allgemeines Ersetzungssystem. Es ist jedoch zweckmäßig, die Regeln nicht so anzuwenden, daß die Ausgangskette durch Ersetzungen umgewandelt wird, sondern daß zu ihr eine zweite Kette

aus Phonemsymbolen hergestellt wird. Dies bedeutet keine Beschränkung, da Bedingungen, die mit Phonemketten formuliert sind, immer in "Buchstabenbedingungen" zurückübersetzt werden können (wenngleich manchmal etwas mühsam, da sich die Bedingungen ihrer Natur nach auf Phoneme beziehen). Der große Vorteil besteht darin, daß man sich bei der Formulierung der Regeln nicht auf den immer gerade erreichten Zwischenstand der Umsetzung beziehen muß. Dies würde den Prozeß völlig unübersichtlich machen, wenn man die Anwendung der Regeln nicht anders rigoros einschränkt, etwa durch einen sequentiellen Ablauf "einmal durch von links nach rechts".

Eine sequentielle Abarbeitung stellt ebenfalls keine Beschränkung dar, da man mit den Kontexten nach beiden Seiten "gucken" kann. Durch die sequentielle Abarbeitung kann man garantieren, daß am Ende des Durchlaufs die Umsetzung tatsächlich vollständig erfolgt ist.

Zu b):

Soweit es Abhängigkeiten zwischen Regeln gibt, müssen diese prozedural garantiert werden. Es gibt u.a. folgende Möglichkeiten:

- Regelblöcke:

Die Regeln sind in Blöcken gruppiert, in jedem Stadium des Ablaufs dürfen nur Regeln aus einem bestimmten Block angewendet werden.

- Regelpräferenzen:

In jedem Stadium des Ablaufs wird unter den konkurrierenden anwendbaren Regeln eine ausgewählt und angewendet. Hiermit läßt sich gerade die oben beschriebene Beziehung zwischen allgemeineren und spezielleren Regeln prozedural realisieren: Jede speziellere Regel wird vor jeder allgemeineren probiert, und sie blockiert die Anwendung der allgemeineren, falls sie selbst angewendet wird. Im vorliegenden Fall wird man die Beziehung über die linken Seiten der Regeln realisieren (s. zu a)):

Man muß zunächst je eine Position in den linken Seiten der beiden zu vergleichenden Regeln definieren, die beim Probieren an einer zu transkribierenden Kette der gleichen Kettenposition entsprechen soll.

Außerdem ist eine Relation zwischen zu transkribierenden Ketten und linken Seiten von Regeln zu definieren, die festlegt, ob bei vorgegebener Positionsidentifizierung die linke Seite zur Kette paßt oder nicht. So soll z.B. folgendes passen:

Kette	...
linke Seite	

Die Beziehung zwischen Regeln kann dann so eingeführt werden:

Es seien $L_1 = l_1 p_1' r_1$ und $L_2 = l_2 p_2' r_2$ die linken Seiten der betreffenden Regeln.

Regel₁ ist genau dann spezieller als Regel₂, wenn für alle Ketten K und alle Positionen * folgendes gilt: Paßt L₁ in der Position * zu K, so paßt auch L₂ in dieser Position zu K.

Diese etwas allgemeine Definition wird sich praktisch meist auf den Fall reduzieren, daß $p'_1 = p'_2$ ist und die Kontextketten₁ länger oder spezifizierter als die Kontextketten₂ sind.

Mit derartigen Festlegungen kann der Ablauf bei der Regelanwendung in gewünschter Weise gesteuert werden.

3.2.3. Funktion der Transkription

Die Transkription erfordert eine Vorverarbeitung, bei der Symbole, Abkürzungen, Zahlen usw. versprachlicht werden.

Soll die Transkription auf der Struktur der Wortformen aufbauen oder nicht, d.h. sollen die Ermittlung der relevanten Strukturinformationen und die Transkription nacheinander geschehen oder in einen Ritt realisiert werden? Wenn nicht, so muß eine Wortformenanalyse vorgeschaltet werden.

Als Einheiten der Transkription kommen nicht nur Grapheme in Frage, es gibt auch Verfahren, die Graphemkombinationen oder Morpheme (genauer: (Allo)Morphe) oder Wortformen umsetzen.

Die hier dargestellte Vorgehensweise entspricht einer "text-to-speech"-Synthese. Es gibt auch Ansätze einer "concept-to-speech"-Synthese, deren Nutzen und Realisierbarkeit noch offen sind. Bei ihnen entfällt die Transkription in der behandelten Weise.

3.2.4. Weiterverarbeitung der Transkription

Die transkribierte Zeichenkette ist noch nicht als unmittelbarer Input für den Synthesator geeignet. Es müssen u.a. noch folgende Operationen vorgenommen werden:

Wegen der mit der Koartikulation verbundenen Erscheinungen sind die Phoneme durch entsprechende Allophone zu ersetzen. Hierzu dienen Diphone (Phonempaare, die die Spezifikationen enthalten). Im Grunde benötigt man in der Steuerinformation "Maschinenphoneme", d.h. einen der Akustik nahen Phonembegriff.

3.2.5. Zusammenhänge mit der Wortformenanalyse

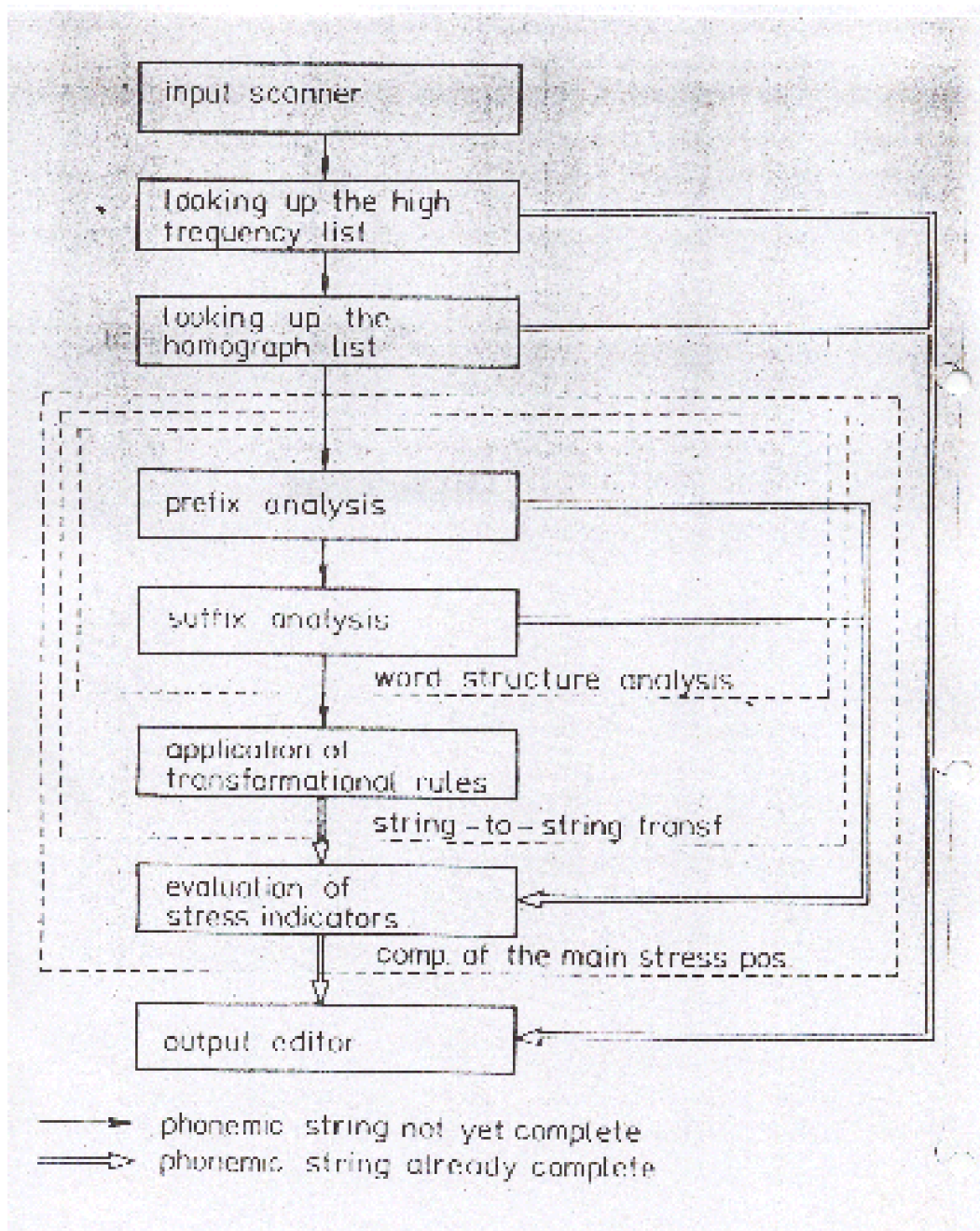
Gleichgültig, wie man die Frage nach der Integration von Transkription und Wortformenanalyse (WFA) beantwortet, ohne WFA kommt man bei dieser Aufgabe nicht aus. Die eigentliche Frage ist, welche Variante einer WFA benötigt wird. Außerdem ist noch zu

unterscheiden, ob man in den vorangehenden Stufen auf ein Lexikon zugegriffen hat oder nicht. Wenn ja, so kann man sich schon dort die Wortstruktur-Informationen beschaffen.

3.3. Darstellung eines Verfahrens zur Graphem-Phonem-Umsetzung für das Deutsche.

Die Wortstruktur-Analyse hat vor allem die Aufgabe, die Zerlegung der Wortformen in Morpheme zu ermitteln. Dies genügt für den betrachteten Zweck, weitergehende Informationen sind i.a. nicht notwendig. Zusammen mit der korrekten Morphem-Zerlegung können einige weitere Eigenschaften der Wortform bestimmt werden, die für die Umsetzung in eine Repräsentation der Lautform relevant sind. Dies betrifft

- die Aussprache von Konsonanten:
Königreich vs. Königin vs. königlich
angeben vs. angeln
- die Länge/Kürze von Vokalen:
Torfabbau vs. Torfahrt
herrenlos vs. Herreise
- die Betonung:
gestern vs. Gestirn
umgehangen vs. Umgehungen
- kombinierte Fälle:
Staubecken vs. Staubecken
Verbindung vs. Verbindung



Einen wesentlichen Teil der Morphem-Zerlegungen kann man mit ziemlich einfachen Mitteln ableiten, etwa durch Abfolge-Graphen für Affixe. Dabei lassen sich Listen von Silben-Anlaut- und -Auslaut-Kombinationen sowie Minimalbedingungen für Stämme einsetzen, die Fehlanalysen ausschließen:

- *ge* ist Präfix:
geheim, gerufen, Gebirge
- *ge* ist echter Teil eines Morphems:
*gel**bl**ich, gel**lt**en, Ger**rm**ane*
- *ge* ist echter Teil eines Stamms:
*Ge**iz**, ge**he**, Ge**n***
- unbestimmte Fälle, die über Listen oder anderweitig erfaßt werden müssen:
Geige, Gelee, Genie.

Die Transformationsregeln haben die bereits dargestellte Form und setzen eine graphemische Kette innerhalb eines Kontexts in eine phonemische Kette um. Dabei werden auch Indikatoren für die Betonung gesetzt, die in der nächsten Stufe ausgewertet werden. Die Menge der Transformationsregeln weist eine Strukturierung auf, die dem Vergleich "allgemeiner - spezieller" entspricht.

Insbesondere kann man auf diese Weise auch extreme Einzelfälle bequem erfassen:

+traw+ler 6

+gen+ie 6

+häus+chen 6 s ç

Die Bestimmung der Betonung (genauer: der betonten Vokale oder Diphtonge) beruht auf der ermittelten Wortstruktur und verwendet positive und negative Indikatoren. Auf diese Weise wird es möglich, gegenseitige Beeinflussungen der Betonung und der Wortstruktur genauer zu erfassen und außerdem der Tatsache Rechnung zu tragen, daß die Betonung oft von Silben (Morphemen) bestimmt wird, die sie selber nicht tragen. Es finden daher innerhalb der Wortformen regelrechte "Verschiebungen" von Informationen statt.

Die negativen Indikatoren schließen die Betonung für bestimmte Silben definitiv aus:

be/lüg/en , aber *homo'gen*

Positive Indikatoren unterliegen einer Abstufung, sie werden in drei "Gewichtsklassen" unterteilt:

- absolute Präferenz (für Präfixe):
'auf/stehen, 'weg/laufen

- bedingte Präferenz, sie werden wirksam, wenn in der Wortform keine absoluten Indikatoren vorkommen:
Univers/i'tät, univer's/ell, 'ab/streit/en
- ohne Präferenz, sie werden wirksam, falls keine Indikatoren mit höherer Präferenz vorkommen:
'bei/treten, Such/e'rei

Außerdem kann man mit Pointern erreichen, daß die o.g. Verschiebungen stattfinden:

be/'haupt/en, er/zähl/en,

Szen/ar/ium, anekdot/en/haft

Sonderfälle:

*'be- und 'entladen; übersetzen;
Nord'westwind;*

3.4. Skizze eines Verfahrens für das Englische

(es handelt sich um das System TEXTalk der Britischen Telecom, nach WHEDDON/LINGGARD 1990, S. 157ff.)

Die einzelnen Komponenten:

dictionary:

Es enthält die phonetische Form für bestimmte Wortformen (u.a. auch Standard Abkürzungen):

£25.02 *6 twenty five pounds and two pence*

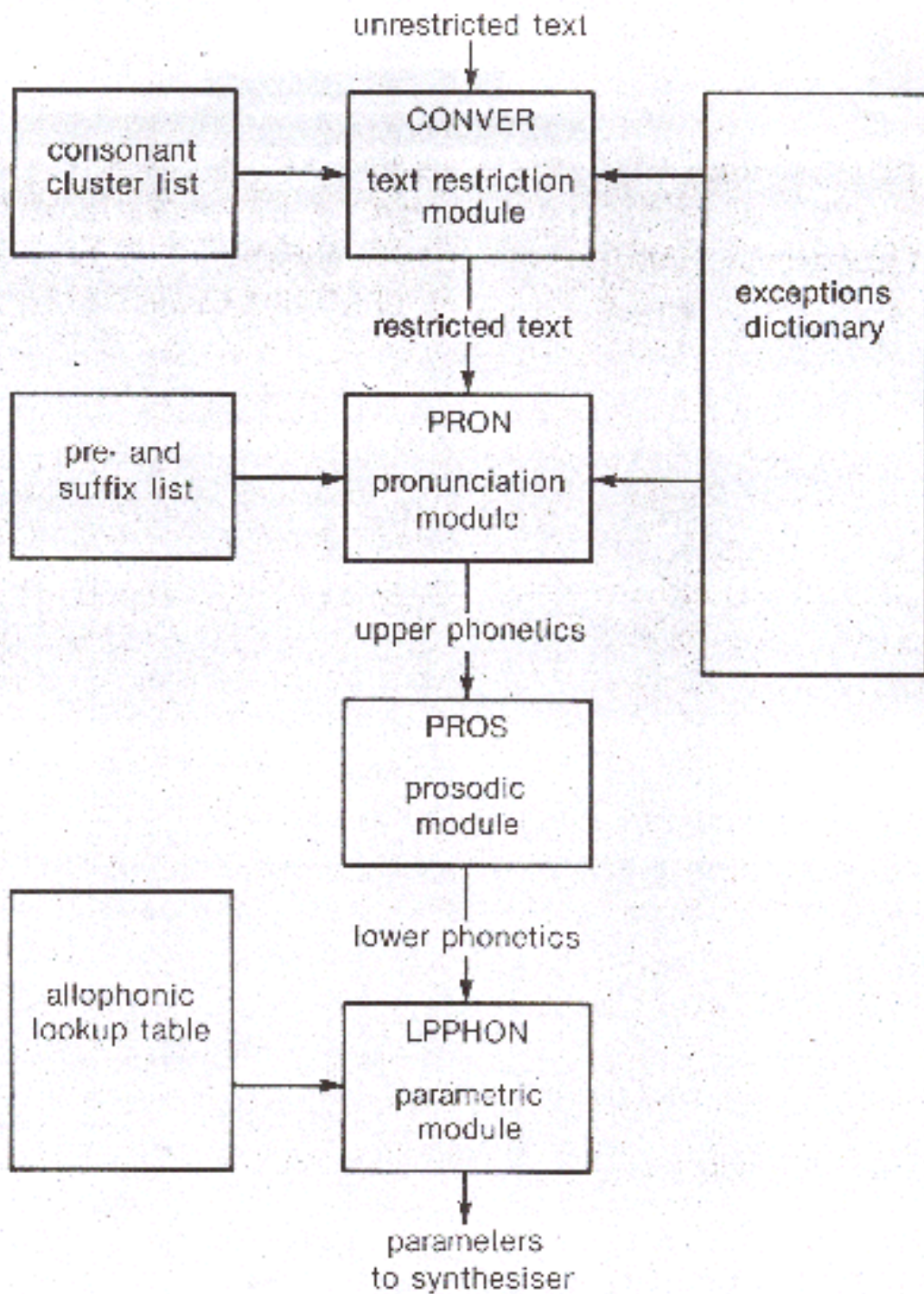
25/10/87 *6 twenty fifth of October, nineteen eighty seven*

(1. Durchlauf, Algorithmus zur Interpretation von Ziffernkombinationen, z.B. auch 10:45)

consonant cluster list:

Die Wortformen werden auf "Aussprechbarkeit" überprüft, Abkürzungen werden z.T. als solche erkannt.

Im 2. Durchlauf werden die Wortformen des 'restricted text' im 'dictionary' gesucht. Falls gefunden, erfolgt sofortiger Übergang zu 'prosodic module'. Anderenfalls wird versucht, die Wortform zu zerlegen.



pre- and suffix list:

Dieses Hilfswörterbuch enthält u.a. die phonetische Form der Affixe, Kombinationsmöglichkeiten und Betonungsinformationen (im Engl. kompliziert und wichtig!):

e'lectric vs. *elec'tricity*

tonal kommt von *tone* und nicht von *ton*!

Die Zerlegung geschieht iteriert und wird mit einem weiteren Durchlauf im 'dictionary' kombiniert.

Die 'grapheme to phoneme conversion' wird durch kontextsensitive Ersetzungsregeln realisiert (gilt auch die für Auswahl der Allophone). Im 'prosodic module' wird die Phonemkette (Output des 'pronunciation module') in eine Kette von Allophonen mit Zusätzen über Betonung und Dauer verwandelt. 'parametric module' stellt die Steuerinformation für die Hardware her (11 control parameters, Zeitintervall 10 ms).

Schwachpunkte sind (wie überall): Betonung und Prosodie.

Die Felder sind:
 von bis wortschlüssel bewertung

BEGIN_LATTICE			
0	2	-SIL	-13112
0	3	-SIL	-10164
0	4	-SIL	-65029
usw. bis			
0	59	-SIL	-40565
0	60	-SIL	-41841
0	61	-SIL	-42557
59	61	AH	-91932
58	61	ICH	-66951
58	61	IM	-73854
58	61	IN	-73414
0	62	-SIL	-43760
58	62	ICH	-65176
58	63	ICH	-57902
58	63	IN	-58524
58	64	ICH	-52230
58	65	ICH	-46602
usw. bis			
58	70	ICH	-34368
58	71	ICH	-39858
58	72	ICH	-45168
70	82	MOECHT	-38904
70	84	MOECHT	-37894
usw. bis			
70	89	MOECHT	-32283
<u>70</u>	<u>89</u>	<u>MOECHTE</u>	<u>-33945</u>
70	90	MOECHT	-29516
70	90	MOECHTE	-31803
70	91	MOECHT	-34646
70	91	MOECHTE	-32990
70	92	MOECHT	-34475
70	92	MOECHTE	-32445
90	93	IN	-40706
70	93	MOECHT	-32107
70	93	MOECHTE	-30714
90	94	IN	-41542
70	94	MOECHT	-35507
70	94	MOECHTE	-30150
90	94	NACH	-46439
90	94	UND	-48958
90	95	IN	-44905
70	95	MOECHT	-36340
70	95	MOECHTE	-31125
90	95	UND	-50917
70	96	MOECHTE	-35793
70	97	MOECHTE	-38159
94	99	IST	-65937
95	105	VON	-36347
95	106	VON	-41700
95	107	FAHREN	-45427
95	107	FAHRT	-43819
95	107	FRAGEN	-46862
95	107	VON	-35077
95	108	FAHREN	-44540
95	108	FAHRT	-45936
95	108	FRAGEN	-45866

<u>105 108</u>	<u>IM</u>		<u>-35944</u>
<u>105 108</u>	<u>IN</u>		<u>-43528</u>
<u>105 108</u>	<u>UM</u>		<u>-43235</u>
95 108	VON		-35220
95 109	FAHREN		-43997
95 109	FRAGEN		-45228
<u>105 109</u>	<u>IM</u>		<u>-34252</u>
<u>105 109</u>	<u>IN</u>		<u>-41880</u>
<u>105 109</u>	<u>UM</u>		<u>-39720</u>
95 109	VON		-35620
95 110	FAHREN		-43588
95 110	FRAGEN		-44736
<u>105 110</u>	<u>IM</u>		<u>-35141</u>
<u>105 110</u>	<u>IN</u>		<u>-41072</u>
<u>105 110</u>	<u>UM</u>		<u>-39515</u>
95 110	VON		-35483
95 111	BONN		-44551
95 111	FAHREN		-42890
95 111	FRAGEN		-43966
<u>105 111</u>	<u>IM</u>		<u>-32672</u>
<u>105 111</u>	<u>IN</u>	<u>usw.</u>	<u>-39632</u>
<u>105 111</u>	<u>UM</u>		<u>-36318</u>
95 111	VON		-35107
105 112	IM		-32342
105 112	UM		-35467
95 112	VON		-35627
105 113	IM		-31542
105 113	UM		-34276
95 113	VON		-35801
105 114	IM		-31642
105 114	UM		-34072
95 114	VON		-35861
105 115	IM		-31426
95 115	VON		-35767
105 116	IM		-29740
95 116	VON		-35327
107 136	MUENCHEN		-30554
107 137	MUENCHEN		-26973
usw. bis			
107 143	MUENCHEN		-27565
107 144	MUENCHEN		-29939
<u>143 145</u>	<u>AH</u>		<u>-91585</u>
107 145	MUENCHEN		-31775
143 151	UEBER		-39035
usw. bis			
143 160	UEBER		-26840
143 161	UEBER		-32030
143 162	UEBER		-35590
160 163	UM		-49951
160 164	UM		-41231
160 165	UM		-37609
160 166	UM		-34974
160 167	UM		-32597
160 168	UM		-32551
160 191	NUERNBERG		-29458
160 192	NUERNBERG		-29358
usw. bis			
160 197	NUERNBERG		-26240
160 198	NUERNBERG		-27836
197 199	AH		-44356

160 199	NUERNBERG	-26194
160 200	NUERNBERG	-28827
160 201	NUERNBERG	-27321
160 202	NUERNBERG	-27236
160 203	NUERNBERG	-27333
160 204	NUERNBERG	-27313
160 205	NUERNBERG	-28691
204 206	AH	-77181
160 206	NUERNBERG	-29403
205 207	AH	-53232
204 207	NA	-77324
160 207	NUERNBERG	-29066
204 208	NA	-70257
160 208	NUERNBERG	-31638
204 210	ABER	-50735
204 210	AH	-43348
204 210	NACH	-44782
204 211	AH	-36773
204 211	NACH	-39413
204 211	NOCH	-53300
204 211	WANN	-48803
204 211	WAS	-53958
204 212	AH	-43728
204 212	NACH	-45688
204 213	AH	-44096
204 213	NACH	-42770
204 214	NACH	-41416
204 215	NACH	-39527
204 216	NACH	-38681
204 217	NACH	-37227
204 218	NACH	-35981
204 219	NACH	-34900
204 220	NACH	-29713
204 220	NOCH	-35389
204 221	AACHEN	-39034
204 221	NACH	-31840
204 221	NOCH	-37183
204 222	AACHEN	-40029
220 222	AH	-82597
204 222	NACH	-35663
204 222	NOCH	-40709
204 223	NACH	-40068
220 225	AH	-57765
221 226	ACHT	-44854
220 226	AH	-46726
221 226	AM	-45455
220 226	HAT	-39125
221 227	AN	-43674
220 227	HABE	-39240
220 227	HAT	-44725
221 228	AM	-32634
221 228	AN	-37324
220 228	HABE	-40831
220 228	HABEN	-41522
220 228	HAT	-40795
221 229	AM	-27973
221 229	AN	-32076
220 229	HAT	-35516
221 230	AM	-34401
221 231	AM	-24552
221 231	AN	-26750

220 231	HAT	-33689
221 232	AM	-24422
221 232	AN	-27533
221 233	AM	-25361
221 233	AN	-28929
221 234	AM	-31388
221 235	AM	-31552
<u>221 236</u>	<u>AM</u>	<u>-31926</u>
<u>221 237</u>	<u>AN</u>	<u>-32122</u>
<u>220 237</u>	<u>HAMBURG</u>	<u>-34744</u>
220 238	HAMBURG	-30512
usw. bis		
220 248	HAMBURG	-30525
220 249	HAMBURG	-29178
220 250	HAMBURG	-33289
220 251	HAMBURG	-34561
249 279	FAHREN	-18940
249 279	FRUEH	-20703
249 280	FAHREN	-19748
249 281	FAHREN	-19901
249 289	FAHREN	-19352
249 290	FAHREN	-18642
249 291	FAHREN	-19148
249 292	FAHREN	-20116
249 293	FAHREN	-20766
249 294	FAHREN	-21406
249 295	FAHREN	-22213
249 296	FAHREN	-22990
291 297	-SIL	-57025
249 297	FAHREN	-24607
291 298	-SIL	-58156
249 298	FAHREN	-25496
291 299	-SIL	-48440
249 299	FAHREN	-26508
291 300	-SIL	-51155
291 301	-SIL	-44159
291 302	-SIL	-41840
291 303	-SIL	-42733
291 304	-SIL	-41555
291 305	-SIL	-38147
291 306	-SIL	-42124
291 307	-SIL	-37568
291 308	-SIL	-36357
291 309	-SIL	-35609
291 386	-SIL	-31083
291 387	-SIL	-31019
291 388	-SIL	-30539
291 389	-SIL	-30498
291 390	-SIL	-30457
291 391	-SIL	-30379
END_LATTICE		