



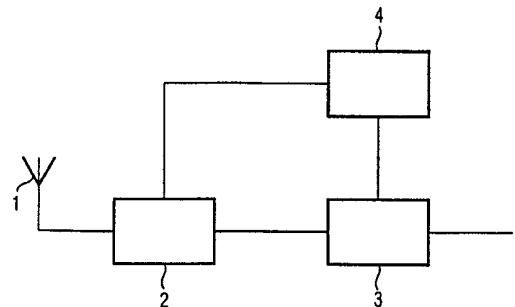
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H04L 1/00, 1/18	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/14883 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. März 1999 (25.03.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/02454 (22) Internationales Anmeldedatum: 21. August 1998 (21.08.98) (30) Prioritätsdaten: 197 41 150.9 18. September 1997 (18.09.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MEYER, Jan [DE/DE]; Wes- tendstrasse 43, D-82362 Weilheim (DE). RAAF, Bernhard [DE/DE]; Maxhofstrasse 62, D-81475 München (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE- SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

(54) Title: RAPID DECODING OF PARTIALLY RECEIVED CONVOLUTION-CODED DATA

(54) Bezeichnung: SCHNELLE DECODIERUNG VON PARTIELL EMPFANGENEN FALTUNGSCODIERTEN DATEN

(57) Abstract

The present invention relates to a method and a device for processing useful data transmitted from a transmission unit to a reception unit, wherein said data are redundantly coded by a convolution code with at least two generation equations. The device includes a reception unit (2) for receiving a portion of the total amount of the redundantly coded useful data. In the case of an error-free transmission, all useful data to be transmitted can be obtained from the received portion. The device also includes a decoding unit (3) for decoding the received portion of the redundantly coded useful data in order to obtain all the useful data transmitted, as well as a monitoring unit (4) for monitoring the quality of the useful data received, wherein an error correction is carried out when quality is not satisfactory. This invention is characterised in that the decoding unit (3) reverses at least one generation equation upon decoding the received portion of the redundantly coded useful data and applies said equation recursively in one direction. The method of the present invention includes a plurality of steps to be carried out in a corresponding manner. According to this invention and when receiving a portion of an amount of data to be received, it is possible to decide whether the remaining data must still be received and/or decoded. This invention provides substantial power saving, for example in the case of mobile telephones operating with rechargeable or non-rechargeable batteries.



(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verarbeitung von durch eine Sendeeinheit an eine Empfangseinheit übertragenen Nutzdaten, die durch einen Faltungscode mit zumindest zwei Erzeugungsgleichungen redundant codiert sind. Die Vorrichtung umfaßt eine Empfangseinrichtung (2) zum Empfangen eines Teiles einer Gesamtmenge von redundant codierten Nutzdaten, wobei im Fall einer fehlerfreien Übertragung aus dem empfangenen Teil alle zu übertragenden Nutzdaten erhalten werden können, eine Decodiereinrichtung (3) zum Decodieren des empfangenen Teils der redundant codierten Nutzdaten zum Erhalten aller zu übertragenden Nutzdaten, und eine Überprüfungseinrichtung (4) zum Überprüfen der Qualität der erhaltenen Nutzdaten, wobei eine Fehlerkorrektur durchgeführt wird, wenn die Qualität nicht ausreichend ist und ist dadurch gekennzeichnet, daß die Decodiereinrichtung (3) beim Decodieren des empfangenen Teils der redundant codierten Nutzdaten zumindest eine der Erzeugungsgleichungen umgestellt und in einer Richtung rekursiv angewendet. Das erfindungsgemäße Verfahren umfaßt die entsprechend durchzuführenden Verfahrensschritte. Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, bereits nach dem Empfang eines Teils einer zu empfangenden Datenmenge zu entscheiden, ob die restlichen Daten noch empfangen und/oder decodiert werden müssen. Hierdurch wird beispielsweise bei batterie- oder akkubetriebenen Mobiltelefonen eine beträchtliche Leistungseinsparung erzielt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbajdschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Schnelle Decodierung von partiell empfangenen faltungscodierten Daten

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verarbeitung von durch eine Sendeeinheit an eine Empfangseinheit übertragenen Nutzdaten gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

10

Ein derartiges Verfahren und eine derartige Vorrichtung sind aus der deutschen Patentanmeldung 195 35 359.5 der Siemens AG bekannt. In dieser Anmeldung sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verarbeitung von durch eine Sendeeinheit an eine Empfangseinheit übertragenen Nutzdaten beschrieben, die durch einen Faltungs-Code mit zumindest zwei Erzeugungsgleichungen redundant codiert sind. Dabei ist eine Empfangseinrichtung zum Empfangen eines Teiles einer Gesamtmenge von redundant codierten Nutzdaten vorgesehen, wobei im Fall einer fehlerfreien Übertragung aus dem empfangenen Teil alle zu übertragenden Nutzdaten erhalten werden können. Eine Decodiereinrichtung dient zum Decodieren des empfangenen Teils der redundant codierten Nutzdaten, um alle zu übertragenden Nutzdaten zu erhalten, und eine Überprüfungseinrichtung dient zum Überprüfen der Qualität der erhaltenen Nutzdaten, wobei eine Fehlerkorrektur durchgeführt wird, wenn die Qualität nicht ausreichend ist. Die bekannte Vorrichtung bezieht sich auf die Übertragung von digitalen Daten, wobei als Decodiereinrichtung in aller Regel ein Viterbi-Decoder oder dergleichen verwendet wird, um die uncodierten Nutzdaten wieder herzustellen bzw. im Fall von Übertragungsfehlern mit größter Wahrscheinlichkeit zu schätzen. Die nicht empfangenen Bits der nicht empfangenen Nutzdaten werden dabei mit einem Softdecision-Wert bzw. einer Signifikanzinformation von Null versehen, so daß sie für die Decodierung nicht herangezogen werden.

35

Bei der bekannten Vorrichtung wird ein normaler Decoder verwendet, wie er auch für den Empfang vollständiger Nachrichten bzw. der jeweils zu übertragenden Gesamtmenge von Nutzdaten verwendet wird. Der Verarbeitungs- und Speicheraufwand ist dabei sehr aufwendig, wobei die bekannte Vorrichtung nicht in der Lage ist, nach dem Empfang eines Teils einer Gesamtmenge von redundant codierten Nutzdaten alle zu übertragenden Nutzdaten aus diesem Teil so rechtzeitig zu decodieren, daß vor dem Empfang des restlichen Teiles bekannt ist, ob die Decodierung erfolgreich war, oder ob der restliche Teil doch noch empfangen und decodiert werden muß, um die Gesamtnachricht bzw. alle zu übertragenden Nutzdaten erhalten zu können.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist damit, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verarbeitung von durch eine Sendeeinheit an eine Empfangseinheit übertragenen Nutzdaten gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 bzw. dem Oberbegriff des Anspruches 10 bereitzustellen, durch die nach dem Empfang eines Teils einer Gesamtmenge von redundant codierten Nutzdaten rechtzeitig festgestellt werden kann, ob der Empfang der restlichen zu übertragenden Nutzdaten noch notwendig ist, oder ob der Empfang der restlichen Nutzdaten nicht mehr durchgeführt werden muß.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß dem Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß dem Anspruch 10 gelöst. Die vorliegende Erfindung ist dabei insbesondere dadurch gekennzeichnet, daß beim Decodieren des empfangenen Teils der redundant codierten Nutzdaten zumindest eine der Erzeugungsgleichungen umgestellt und in einer Richtung rekursiv angewendet wird.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es damit, eine Nachricht nach dem Empfang eines Teils der Nachricht so schnell zu decodieren, daß die Information über den Erfolg der Decodierung und im Erfolgsfall auch die Nachricht selbst vor dem Empfang des restlichen Teils der Nutzdaten vorliegt. Dabei kann im Er-

folgsfall der Empfang und/oder die Decodierung der restlichen Nutzdaten unterdrückt werden, so daß eine starke Verringerung und Einsparung des Verarbeitungs- bzw. Empfangsaufwandes erreicht wird. Insbesondere bei der Anwendung der vorliegenden

5 Erfindung auf akku- oder batteriebetriebene Mobiltelefone kann hierbei eine starke Stromersparnis erreicht werden, wodurch die Stand-by-Zeit bedeutend verlängert wird. Eine entsprechend der vorliegenden Erfindung aufgebaute und betriebene Decodiereinrichtung benötigt nur einen Bruchteil der Verarbeitungsleistung der bisher verwendeten Decodiereinrichtungen,

10 wie zum Beispiel des Viterbi-Decoders und benötigt auch weniger Speicherplatz. Der Verarbeitungsaufwand für die erfindungsgemäße Decodiereinrichtung beträgt nur etwa 1/20 als bei herkömmlichen Decodiereinrichtungen. Bei der Anwendung der

15 vorliegenden Erfindung in einem GSM-Mobilfunktelefon, wobei beispielsweise Steuerdaten in vier Datenpaketen übersendet werden, erzeugt die erfindungsgemäße Decodiereinrichtung nach dem Empfang und Decodieren nach dem zweiten von vier zu empfangenen Datenpaketen selbst unter schwierigen Übertragungsbedingungen keine größere Blockfehlerrate als ein Viterbi-Decoder.

20

Vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben.

25

Vorteilhafterweise werden dabei bei der rekursiven Anwendung der zumindest einen Erzeugungsgleichung beim Decodieren erste Softdecision-Werte ermittelt, die zur Korrektur wahrscheinlich fehlerhafter Nutzdaten verwendet werden, wenn die Qualität der erhaltenen Nutzdaten nicht ausreichend ist.

30

Weiterhin weisen die zu übertragenden Nutzdaten vorteilhafterweise definierte Anfangs- und End-Zustände auf, wobei die gleichen Erzeugungsgleichungen nochmals auf den empfangenen

35 Teil der Nutzdaten in der anderen Richtung rekursiv angewendet wird und dabei zweite Softdecision-Werte ermittelt, die sich

jeweils entsprechend den ersten und zweiten Softdecision-Werten verglichen und die jeweils wahrscheinlich richtigeren Nutzdaten ausgewählt werden.

- 5 In einer anderen Variante weisen die zu übertragenden Nutzdaten ebenfalls definierte Anfangs- und End-Zustände auf, wobei, wenn die Qualität der erhaltenen Nutzdaten nicht ausreichend ist, zumindest ein Teil derjenigen beim Decodieren erhaltenen Nutzdaten, die den definierten Anfangs- und/oder
- 10 End-Zuständen der zu übertragenden Nutzdaten entsprechen, mit den entsprechenden Anfangs- bzw. End-Zuständen verglichen werden, um ein Fehlermuster zu ermitteln, daß zur Korrektur von Fehlern in den erhaltenen Nutzdaten verwendet wird.
- 15 Vorteilhafterweise erfolgt die Überprüfung der Qualität der erhaltenen Nutzdaten mittels einer in den erhaltenen Nutzdaten enthaltenen Prüfsumme. Dabei kann von den erhaltenen Nutzdaten diejenige Nutzdateneinheit mit dem schlechtesten ermittelten Softdecision-Wert korrigiert werden, wenn in der Prüfsumme ein
- 20 Fehler auftritt. Tritt dabei in der Prüfsumme beim nochmaligen Überprüfen immer noch ein Fehler auf, so kann diejenige Nutzdateneinheit mit dem zweitschlechtesten ermittelten Softdecision-Wert korrigiert werden, usw.
- 25 Vorteilhafterweise wird der empfangene Teil der redundant codierten Nutzdaten ohne seine Prüfsumme decodiert, woraufhin seine Prüfsumme berechnet, mit dem entsprechenden Faltungscode codiert und mit der codierten Prüfsumme verglichen wird, um die Qualität der erhaltenen Nutzdaten zu überprüfen.
- 30 Die vorliegende Erfindung wird anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die einzige Figur 1 näher erläutert.
- 35 Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Verarbeitung von durch eine Sendeeinheit an eine Empfangseinheit über-

tragenen Nutzdaten mit einer Antenne 1, einer Empfangseinrichtung 2, einer Decodiereinrichtung 3 und einer Überprüfungseinrichtung 4. Die Überprüfungseinrichtung 4 ist dabei sowohl mit der Empfangseinrichtung 2 als auch der Decodiereinrichtung 3 verbunden und gibt ein Signal an die Empfangseinrichtung 2 und/oder die Decodiereinrichtung 3 aus, wenn aus dem empfangenen Teil der Nutzdaten alle zu übertragenden Nutzdaten in ausreichender Qualität erhalten wurden und der Empfang bzw. das Decodieren der restlichen Nutzdaten nicht mehr notwendig ist. In diesem Fall werden die Empfangseinrichtung 2 und/oder die Decodiereinrichtung abgeschaltet. Das im folgenden erläuterte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bezieht sich auf die Übertragung digitaler Daten im GSM-System. In diesem Fall kann in der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung zwischen der Empfangseinrichtung 2 und der Decodiereinrichtung 3 eine De-Interleaving-Vorrichtung angeordnet sein.

Es wird hier zunächst die Faltungs-Codierung der Nachricht erläutert, in Anlehnung an die Nomenklatur gem. GSM 05.03 Sec. 4.1:

Zu übertragen ist eine Nachricht bestehend aus 224 uncodierten Bits:

$$u(k) = \{0,1\} \text{ für } k = 0, 1, \dots, 223$$

Diese Nachricht wird um 4 festgelegte Bits erweitert, um den Faltungs-(De)-Coder, bzw. im vorliegenden Fall die Decodiereinrichtung 3 in einen definierten Endzustand zurückzubringen:

$$u(k) = 0 \text{ für } k = 224, 225, 226, 227$$

Diese erweiterte Nachricht wird in den Faltungscoder gegeben, der die doppelte Anzahl an codierten Bits $c(n)$ ausgibt, d. h. 100 % Redundanz hinzufügt. Die Redundanz wird bei schwierigen

Übertragungsbedingungen zur Korrektur von Übertragungsfehlern verwendet:

$$\begin{aligned} c(2k) &= u(k) + u(k-3) + u(k-4) \\ 5 \quad c(2k+1) &= u(k) + u(k-1) + u(k-3) + u(k-4) \end{aligned}$$

für $k = 0, 1, \dots, 227$

wobei gilt:

10

$$u(k) = 0 \text{ für } k = -4, -3, -2, -1$$

was bedeutet, daß der Faltungscoder einen definierten Anfangszustand hat.

15 Die Addition von 'Bits' geschieht dabei mit Modulo-2 Arithmetik, d. h.

$$0 + 0 = 0; \quad 1 + 0 = 1; \quad 1 + 1 = 0.$$

20 Es entsteht also die doppelte Anzahl an codierten Bits gegenüber den uncodierten:

$$c(n) = \{0,1\} \text{ für } n = 0, 1, \dots, 455$$

25 Diese codierten Bits werden beispielsweise in vier Paketen übertragen (die möglicherweise fehlerhaft übertragenen Bits werden auf der Empfangsseite mit $c'(n)$ bezeichnet):

- 30
- im 1. Paket die $c'(n)$ für $n = 0, 4, 8, \dots, 452$
 - im 2. Paket die $c'(n)$ für $n = 1, 5, 9, \dots, 453$
 - im 3. Paket die $c'(n)$ für $n = 2, 6, 10, \dots, 454$
 - im 4. Paket die $c'(n)$ für $n = 3, 7, 11, \dots, 455$

35 Nach der Erläuterung der GSM-Empfehlung, wird nun die erfindungsgemäße Decodiereinrichtung erklärt.

Ihre Aufgabe ist es, möglichst schnell und fehlerfrei aus den ersten beiden übertragenen Paketen die Nachricht $u'(k)$ für $k = 0, 1, \dots, 223$ zu decodieren. Bekannt sind also alle $c'(n)$ für $n = 0, 1, 4, 5, 8, 9, \dots, 448, 449, 452, 453$.

5

Damit ist es sehr einfach möglich, alle $u'(k)$ für $k = -1, 1, 3, 5, 7, \dots, 225$ zu ermitteln:

Subtrahiert man die beiden Erzeugungsgleichungen für die $c(n)$
10 voneinander, so erhält man direkt die Gleichung zur Ermittlung der genannten $u'(k)$ aus den bekannten $c'(n)$:

$$c(2k) - c(2k+1) = u(k-1)$$

15 Diese Gleichung läßt sich anwenden, um alle $u'(k)$ für $k = 0, 1, \dots, 223$ zu ermitteln, wenn alle $c'(n)$ für $n = 0, 1, \dots, 449$ bekannt sind, also alle (vier) Pakete der codierten Nachricht empfangen wurden. Ein Code, der eine so einfache Decodierung im fehlerfreien Fall zuläßt, ist auch als "Quick Look in Code"
20 bekannt, bzw. diese Decodiermethode als "Quick Look in Decodierung". Bei Modulo-2 Arithmetik ist ferner "+" dasselbe wie "-".

Die "Quick Look in Decodierung" kann für den erfindungsgemäßen
25 Decoder nur auf die Bits angewendet werden, die aus den ersten beiden Paketen bekannt sind. Die folgenden Bits der uncodierten Nachricht können nun also für den Decoder als bekannt angenommen werden:

30 $u'(k) = c'(2k-2) + c'(2k-1)$ für $k = -1, 1, 3, 5, 7, \dots, 225$

da die codierten Bits auf der rechten Seite dieser Gleichung für die genannten k ausschließlich im ersten und zweiten Paket
35 enthalten sind.

Der Kern der erfindungsgemäßen Decodiereinrichtung ist nun die rekursive Anwendung der umgestellten Erzeugungsgleichung für die codierten Bits. Die erste Erzeugungsgleichung:

5
$$c(2k) = u(k) + u(k-3) + u(k-4)$$

wird äquivalent umgestellt und kann mit ausschließlich bekannten Bits (bzw. inzwischen bekannt gewordenen, also rekursiv) angewendet werden, um die restlichen bisher unbekannten Bits
10 der uncodierten Nachricht zu ermitteln:

$$u'(k) = c'(2k) + u'(k-3) + u'(k-4) \text{ für } k=0, 2, 4, \dots, 226$$

Es ist auch möglich, die zweite Erzeugungsgleichung dazu heran-
15 zuziehen, sie ist jedoch umständlicher, da sie auf einen Eingangswert mehr zurückgreift. Dieser wurde zuvor mit Hilfe der ersten Erzeugungsgleichung durch "Quick Look In" ermittelt und enthält daher keine neue Information oder nutzbare Redundanz.

20 Somit ist mit einer sehr einfachen Berechnung in Modulo-2 Arithmetik die uncodierte Nachricht für den fehlerfreien Fall decodiert.

Unter Einbeziehung von Softdecisionwerten ist jedoch der be-
25 kannte Viterbi-Decoder in der Lage, wenige Fehler bei der Übertragung der codierten Bits zu korrigieren. Möglichkeiten, dies bei dem erfindungsgemäßen Decoder ebenfalls zu realisieren, wurden entwickelt:

30 Die erste Möglichkeit dazu besteht darin, beim "Quick Look In" und bei der Rekursion Softdecisionwerte für die decodierten Bits zu ermitteln, dann die Rekursion rückwärts bzw. in der anderen Richtung wiederum mit Ermittlung von Softdecisionwerten anzuwenden, und dann die beiden Softdecisionwerte je zu
35 decodierendem Bit - falls nicht übereinstimmend - gegeneinan-

der abzuwägen, d.h. das "wahrscheinlich richtigere" auszuwählen.

- Die Rückwärtsrekursion geht ebenfalls aus der ersten Erzeugungsgleichung durch äquivalente Umwandlung hervor:

$$u'(k) = c'(2k+8) + u'(k+4) + u'(k+1) \text{ für } k = 222, 220, 218, \dots, 2, 0, -2, -4$$

- 10 Die Ermittlung von Softdecisionwerten für die decodierten Bits geschieht dabei für jede Anwendung einer Gleichung mit Modul-2 Additionen (XOR-Verknüpfungen) nach dem Prinzip "Schwächstes Glied in der Kette". Bei jeder Anwendung einer "Quick Look In"- bzw. Rekursionsgleichung erhält das ermittelte Bit den
- 15 minimalen unter den Bits auf der rechten Seite der Gleichung auftretenden Softdecisionwert.

- Die Korrekturfähigkeit bei dieser Decodierungsmethode resultiert aus der (geringen) Restredundanz, die in den bekannten
- 20 Anfangs- und Endzuständen des Codierers bestehen (s.o). Die Vorwärtsrekursion nutzt dabei den Anfangszustand als Startzustand, und die Rückwärtsrekursion nutzt den Endzustand für ihren Start.

- 25 Ein Vorteil dieser Methode ist auch, daß auf sehr einfache Weise Softdecisionwerte für die decodierten Bits ermittelt werden und möglicherweise in einer weiteren nachgeschalteten Decodiereinrichtung genutzt werden könnten. Die Ermittlung von Softdecisionwerten für die decodierten Bits ist bei einem Viterbi-Decoder mit erheblichem Zusatzaufwand verbunden.
- 30

- Die zweite Möglichkeit ist, durch Vergleich der bei der Decodierung mit der Vorwärtsrekursion ermittelten Bits $u'(224)$ und $u'(226)$ mit den festgelegten Bits $u(224)=u(226)=0$ ein Syndrom
- 35 bzw. ein Fehlermuster zu ermitteln, das nähere Informationen über die mögliche(n) Fehlerpositionen gibt. Aufgrund der Re-

kursion pflanzen sich Fehler in den Bits $c'(n)$ mit einem bestimmten periodischen Muster fort, abhängig davon, in welcher Untergruppe der Bits $c'(n)$ der oder die Fehler aufgetreten sind. Einen kurzen Abschnitt dieses Musters stellen dann die
5 Bits $u'(224)$ und $u'(226)$ dar.

Für einen Einzelfehler gibt das Syndrom an, in welcher der Gruppen von $c'(n)$ (für $n=0, 4, 8, \dots, 452$) bzw. (für $n=1, 9, 17, \dots, 449$) bzw. (für $n=5, 13, 21, \dots, 453$) der Fehler
10 liegt. Um einen Einzelfehler zu korrigieren, kippt man das Bit in der entsprechenden Gruppe, das innerhalb der Gruppe den geringsten (also "unsichersten") Softdecisionwert hat.

Für Mehrfachfehler kommen pro Syndrom auch nur bestimmte Kombinationen in Frage. Aus allen diesen Kombinationen (Einzelfehler, Doppelfehler, ...n-fach-Fehler) ist dann die Gruppe von Bits zur Korrektur auszuwählen, die am wahrscheinlichsten falsch ist. Die Fehlerwahrscheinlichkeit für die Bitgruppe ist das Produkt der Einzelbitfehler- wahrscheinlichkeiten. Da ein
20 Softdecisionwert in gängigen Implementierungen üblicherweise als negativer Logarithmus der Bitfehlerwahrscheinlichkeit dargestellt wird, ist der 'Softdecisionwert' für die Bitgruppe gleich der Summe der Softdecisionwerte der Einzelbits. Zu korrigieren ist demnach die Bitgruppe mit der geringsten Softdecision-Summe (Einzelfehler eingeschlossen).
25

Dieses Verfahren wurde für Korrektur von bis zu zwei Fehlern in den zwei Paketen als Simulationsmodell implementiert und zeigte unter schwierigen Kanalbedingungen dieselbe Leistungsfähigkeit in Bezug auf fehlerfreie Nachrichtendecodierung, wie
30 der Viterbi-Decoder.

Die Methode kann natürlich genauso für die Rückwärtsrekursion angewendet werden. In diesem Fall wird das Syndrom dann aus
35 den Bits $u'(-2)$ und $u'(-4)$ gebildet (das ist der Grund dafür,

daß oben meist Intervalle für $u(k)$ angegeben wurden, die den Bereich 0, 1, 2, ..., 223 überschreiten).

Die Bits $u'(-1)$ und $u'(225)$, die durch den „Quick Look In“ ermittelt werden können, sind ursprünglich (beim Sender als Anfangs- und Endzustand) bereits als $u(-1) = u(225) = 0$ festgelegt (s.o.). Dies bietet eine weitere Möglichkeit der Fehlerkorrektur in einzelnen Bits $c'(n)$:

$u'(-1) = 0$ gilt bei "Quick Look In" genau dann, wenn gilt:
10 $c'(0) = c'(1)$. Wenn das nicht erfüllt sein sollte, so ist das $c(n)$, $n = 0, 1$ zu kippen, das den geringeren Softdecisionwert von beiden hat. Analog kann mit $c'(452)$ und $c'(453)$ verfahren werden. Diese Korrektur ist natürlich vor der Rekursion durchzuführen. Der zusätzliche Gewinn dadurch ist gering, da nur
15 Fehler in den genannten 4 Bits von 228 übertragenen korrigiert werden könne. Es kostet jedoch kaum Zusatzaufwand.

Im Fall der Übertragung von Signalisierungsnachrichten im GSM-System ist die Nachricht $u(k)$ durch einen Blockcode zur Fehlererkennung geschützt. Die Überprüfungseinrichtung 4 erkennt
20 Fehler in der eigentlichen Nachricht mittels diesem Blockcode (Prüfsumme) äußerst sicher und bietet daher die Möglichkeit, eine schnelle Aussage über den Erfolg der jeweiligen Decodierung mit der erfindungsgemäßen Decodiereinrichtung zu erhalten. Die eigentliche Nachricht umfaßt dabei die Bits $u(k)$ für
25 $k = 0, 1, 2, \dots, 183$, während für $k = 184, 185, 186, \dots, 223$ eine Prüfsumme darüber übertragen wird. Die Methode der Mehrfachfehlerkorrektur der Gruppe mit der geringsten Softdecisionsumme kann anstatt des Syndroms $u'(224)$, $u'(226)$ auch mit
30 der Prüfsumme betrieben werden.

Die Vorgehensweise ist folgende: Falls die Prüfsumme einen Fehler anzeigt, werden die Bits $c(n)$ in Reihenfolge der Softdecision-Information geordnet. Im ersten Schritt wird das-
35 jenige Bit mit der „unsichersten“ Softdecision-Information invertiert und die Decodierung erfolgreich beendet, ansonsten

wird als nächstes das nächst-„unsichere Bit“ $c(k)$ invertiert und das Verfahren wiederholt. Dieses Vorgehen wird nicht nur für Einfach-Fehler, sondern auch für Doppel-...n-fach-Fehlerkorrekturen angewandt, wobei man die Reihenfolge, wie im o.g.

5 Verfahren nach abnehmender Wahrscheinlichkeit durchführt. Das Verfahren wird so lange fortgesetzt, bis die Nachricht korrekt decodiert wurde, oder bis eine selbstgesetzte Grenze an Versuchen erreicht ist.

10 Nachteilig an diesem Verfahren ist, daß bei Zwei- und Mehrfehler-Korrekturen die Anzahl der durchzuführenden Decodierungsversuche schnell ansteigt und bald ein praktisches Maß überschreitet. Für kleinere n und bei Einsatz schneller DSPs könnte diese Methode jedoch in Zukunft anwendbar sein.

15 Da hierbei eine Redundanz verwendet wird, die in der Nachricht $u(k)$ für $k = 0, 1, 2, \dots, 233$ selbst begründet liegt, und dem (Viterbi-/Quick-)Faltungsdecoder oder der erfindungsgemäßen Decodiereinrichtung nicht bekannt ist, dürfte noch eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit zu erwarten sein.

20

Für die zuletzt vorgeschlagene Methode kann die Reihenfolge zwischen Prüfen und (De-)codieren der Prüfsumme auch vertauscht werden, um etwas Aufwand zu sparen:

Die Nachricht $u'(k)$ für $0, 1, 2, \dots, 183$ wird mit "Quick Look

25 In" und Vorwärtsrekursion ermittelt. Anschließend wird, analog zum Block-Coder im Sender, die Prüfsumme dafür berechnet, hier $u''(k)$ für $k = 184, 185, 186, \dots, 223$ genannt. Die Prüfsumme wird danach, wiederum analog zum Vorgehen im Sender, faltungs-codiert, so daß die Bits $c''(n)$ für $n = 368, 369, 372, 373,$
30 $376, 377, \dots, 452, 453$ entstehen und zur Überprüfung der Prüfsumme nur mit den entsprechenden $c'(n)$ verglichen werden müssen.

Dies entspricht einer Umformulierung des Block-Coders von den
35 u-Bits auf die c-Bits. Die erwarteten Bits $c''(n)$ für $n = 368, 369, \dots, 372, 373, 376, 377, \dots, 452, 453$ können aus den

Bits $c'(n)$ für $n = 1 \dots 365$ durch eine bitweise Matrix-operation berechnet werden, das ist das allgemeine (bekannte) Prinzip der Bildung von Blockcodes.

- 5 Der in GSM verwendete Block-Code hat die Eigenschaft, daß er Bündelfehler (Fehler betrifft bis zu 11 aufeinanderfolgende Bits, ist aber auf diesen Bereich lokalisiert) in den u-Bits sehr effizient korrigieren kann. Nach Anwendung des Faltungs-
10 decoders auf alle 4 empfangenen Bursts, treten Fehler sehr wahrscheinlich als solche Bündelfehler auf. Bei Anwendung des Decoders auf 2 Bursts ist das aber nicht der Fall. Bei einzelnen, nicht detektierten Fehlern in den c-Bits treten hier in den u-Bits lange Ketten von Fehlern auf, die mit dem Blockcode nicht korrigiert (nur detektiert) werden können.

15

- Durch die Umformulierung des Blockcodes auf die c-Bits, können mit an sich bekannten Verfahren (Berechnung eines Syndroms) einzelne Bitfehler in den c-Bits korrigiert werden. Die Erfindung liegt hier in der Idee, den Blockcode „umzuformu-
20 lieren“ und an einer anderen Stelle als vorgesehen zu verwenden, da er unter den hier vorliegenden, beim Design des Codes nicht berücksichtigten, Umständen an dieser Stelle eine bessere Performance aufweist. Im Gegensatz zu den o.g. Verfahren wird hierbei keine Softdecision-Information, sondern
25 nur Harddecision-Information (wie im GSM standardmäßig für den Blockcode) eingesetzt.

- Weiterhin ist ein höherer Gewinn ohne große Gefahr der Falschkorrektur erzielbar, wenn die Softdecisionwerte des erfindungsgemäßen Decoders einem Blockdecoder zugeführt werden, der
30 diese optimal verarbeiten kann. Das erhöht den Verarbeitungsaufwand jedoch.

- Idealerweise sollte zur optimalen Decodierung der Fall
35 'Empfang der ersten zwei von vier Paketen' bei dieser Codierungsanordnung den nur mit minimaler Restredundanz vertretenen

Faltungscode und den Blockcode zu einem gemeinsamen Blockcode zusammengefaßt und unter Einbeziehung der Softdecisionwerte decodiert werden.

- 5 Die beschriebenen Methoden lassen sich vollkommen analog verwenden auf den Fall 'Empfang der letzten beiden von vier Paketen'.

Für alle übrigen vier Fälle des 'Empfang von zwei von vier Paketen' ist die Rekursion allein anzuwenden, ohne "Quick Look In". Falls das erste und vierte oder das zweite und dritte Paket zu decodieren sind, so muß die Rekursion mit der entsprechend umgestellten ersten und zweiten Erzeugungsgleichung von Bit zu Bit alternierend durchgeführt werden.

- 10
- 15 Die Methoden bleiben nahezu dieselben, der Zweck 'Decodierung nach Empfang von zwei Paketen mit Option zur Decodierung nach vier Paketen im Fall des Mißerfolgs' wird jedoch nur mit den ersten beiden Paketen erreicht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verarbeitung von durch eine Sendeeinheit an
5 eine Empfangseinheit übertragenen Nutzdaten, die durch einen
Faltungscode mit zumindest zwei Erzeugungsgleichungen redundant
codiert sind, mit den Schritten
Empfangen eines Teils einer Gesamtmenge von redundant codier-
ten Nutzdaten, wobei im Fall einer fehlerfreien Übertragung
10 aus dem empfangenen Teil alle zu übertragenden Nutzdaten er-
halten werden können,
Decodieren des empfangenen Teils der redundant codierten Nutz-
daten zum Erhalten aller zu übertragenden Nutzdaten, und
Überprüfen der Qualität der erhaltenen Nutzdaten, wobei ein
15 Fehlerkorrektur durchgeführt wird, wenn die Qualität nicht
ausreichend ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß beim Decodieren des empfangenen Teils der redundant co-
dierten Nutzdaten zumindest eine der Erzeugungsgleichungen um-
20 gestellt und in einer Richtung rekursiv angewendet wird.
2. Verfahren zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei der rekursiven Anwendung der zumindest einen Erzeu-
25 gungsgleichung beim Decodieren erste Softdecisionwerte ermit-
telt werden, die zur Korrektur wahrscheinlich fehlerhafter
Nutzdaten verwendet werden, wenn die Qualität der erhaltenen
Nutzdaten nicht ausreichend ist.
3. Verfahren zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die zu übertragenden Nutzdaten definierte Anfangs- und
Endzustände aufweisen, wobei die gleiche Erzeugungsgleichung
nochmals auf den empfangenen Teil der Nutzdaten in der anderen
30 Richtung rekursiv angewendet wird und dabei zweite Softdeci-
sionwerte ermittelt, die sich jeweils entsprechenden ersten

und zweiten Softdecisionwerte verglichen und die jeweils wahrscheinlich richtigeren Nutzdaten ausgewählt werden.

4. Verfahren zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 1,
5 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die zu übertragenden Nutzdaten definierte Anfangs- und
Endzustände aufweisen, und daß, wenn die Qualität der erhaltenen
Nutzdaten nicht ausreichend ist, zumindest ein Teil derje-
10 nigen beim Decodieren erhaltenen Nutzdaten, die den definier-
ten Anfangs- und/oder Endzuständen der zu übertragenden Nutz-
daten entsprechen, mit den entsprechenden Anfangs- bzw. Endzu-
ständen verglichen werden, um ein Fehlermuster zu ermitteln,
das zur Detektion und/oder Korrektur von Fehlern in den emp-
15 fangenen codierten Nutzdaten verwendet wird.

5. Verfahren zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß das ermittelte Fehlermuster eine Untergruppe der empfange-
20 nen codierten Nutzdaten angibt, in der ein oder mehrere Fehler
vorhanden sind, und zur Fehlerkorrektur in der Untergruppe
diejenige Nutzdateneinheit mit dem schlechtesten ermittelten
Softdecisionwert oder diejenigen Nutzdateneinheiten mit der
schlechtesten Softdecisionwertsumme korrigiert werden.

25
6. Verfahren zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß einem der
vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Überprüfung der Qualität der erhaltenen Nutzdaten mit-
30 tels einer in den erhaltenen Nutzdaten enthaltenen Prüfsumme
erfolgt.

7. Verfahren zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,

daß von den erhaltenen Nutzdaten diejenige Nutzdateneinheit mit dem schlechtesten ermittelten Softdecisionwerte korrigiert wird, wenn in der Prüfsumme ein Fehler auftritt.

- 5 8. Verfahren zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet,**

daß wenn in der Prüfsumme beim nochmaligen Überprüfen immer noch ein Fehler auftritt, diejenige Nutzdateneinheit mit dem zweitschlechtesten ermittelten Softdecisionwert korrigiert
10 wird, usw.

9. Verfahren zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß einem der Ansprüche 6 bis 8,

dadurch gekennzeichnet,

- 15 daß der empfangene Teil der redundant codierten Nutzdaten ohne seine Prüfsumme decodiert wird, woraufhin seine Prüfsumme berechnet, mit dem entsprechenden Faltungscode codiert und mit der codierten Prüfsumme verglichen wird, um die Qualität der erhaltenen Nutzdaten zu überprüfen.

20

10. Verfahren zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

- daß die von der Sendeeinheit der Empfangseinheit übertragenen
25 Nutzdaten entsprechend dem GSM-Standard übertragen werden und mit einem zwei Erzeugungsgleichungen umfassenden Faltungscode codiert sind, wobei die erste Erzeugungsgleichung $c(2k) = u(k) + u(k-3) + u(k-4)$ und die zweite Erzeugungsgleichung $c(2k+1) = u(k) + u(k-1) + u(k-3) + u(k-4)$ ist.

30

11. Vorrichtung zur Verarbeitung von durch eine Sendeeinheit an eine Empfangseinheit übertragenen Nutzdaten, die durch einen Faltungscode mit zumindest zwei Erzeugungsgleichungen redundant codiert sind, mit

- 35 einer Empfangseinrichtung (2) zum Empfangen eines Teils einer Gesamtmenge von redundant codierten Nutzdaten, wobei im Fall

- einer fehlerfreien Übertragung aus dem empfangenen Teil alle zu übertragenden Nutzdaten erhalten werden können,
einer Decodiereinrichtung (3) zum Decodieren des empfangenen Teils der redundant codierten Nutzdaten zum Erhalten aller zu
5 übertragenden Nutzdaten, und
einer Überprüfungseinrichtung (4) zum Überprüfen der Qualität der erhaltenen Nutzdaten, wobei eine Fehlerkorrektur durchgeführt wird, wenn die Qualität nicht ausreichend ist,
dadurch gekennzeichnet,
- 10 daß die Decodiereinrichtung (3) beim Decodieren des empfangenen Teils der redundant codierten Nutzdaten zumindest eine der Erzeugungsgleichungen umgestellt und in einer Richtung rekursiv anwendet.
- 15 12. Vorrichtung zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Decodiereinrichtung (3) bei der rekursiven Anwendung der zumindest einen Erzeugungsgleichung beim Decodieren erste
20 Softdecisionwerte ermittelt, die zu Korrektur wahrscheinlich fehlerhafter Nutzdaten verwendet werden, wenn die Qualität der erhaltenen Nutzdaten nicht ausreichend ist.
- 25 13. Vorrichtung zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß die zu übertragenden Nutzdaten definierte Anfangs- und Endzustände aufweisen, wobei die Decodiereinrichtung (3) die gleiche Erzeugungsgleichung nochmals auf den empfangenen Teil
30 der Nutzdaten in der anderen Richtung rekursiv anwendet und dabei zweite Softdecisionwerte ermittelt, die sich jeweils entsprechenden ersten und zweiten Softdecisionwerte vergleicht und die jeweils wahrscheinlich richtigeren Nutzdaten auswählt.

14. Vorrichtung zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 11, 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die zu übertragenden Nutzdaten definierte Anfangs- und
5 Endzustände aufweisen, und daß, wenn die Qualität der erhaltenen Nutzdaten nicht ausreichend ist, die Decodiereinrichtung (3) zumindest einen Teil derjenigen der beim Decodieren erhaltenen Nutzdaten, die den definierten Anfangs- und/oder Endzuständen der zu übertragenden Nutzdaten entsprechen, mit den
10 entsprechenden Anfangs- bzw. Endzuständen vergleicht, um ein Fehlermuster zu ermitteln, das zur Detektion und/oder Korrektur von Fehlern in den empfangenen codierten Nutzdaten verwendet wird.
- 15 15. Vorrichtung zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Decodiereinrichtung (3) mit dem ermittelten Fehlermuster eine Untergruppe in den empfangenen codierten Nutzdaten
20 feststellt, in der ein oder mehrere Fehler vorhanden sind, und zur Fehlerkorrektur in der Untergruppe diejenige Nutzdateneinheit mit dem schlechtesten ermittelten Softdecisionwert oder diejenigen Nutzdateneinheiten mit der schlechtesten ermittelten Softdecisionwertsumme korrigiert.
- 25 16. Vorrichtung zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß einem der Ansprüche 11 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Überprüfungseinrichtung (4) die Überprüfung der Qualität der erhaltenen Nutzdaten mittels einer in den erhaltenen
30 Nutzdaten enthaltenen Prüfsumme durchführt.
17. Vorrichtung zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 16,
35 **dadurch gekennzeichnet,**

daß die Decodiereinrichtung (3) von den erhaltenen Nutzdaten diejenige Nutzdateneinheit mit dem schlechtesten ermittelten Softdecisionwerte korrigiert, wenn die Überprüfungseinrichtung in der Prüfsumme einen Fehler feststellt.

5

18. Vorrichtung zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß Anspruch 17,

dadurch gekennzeichnet,

10 daß wenn die Überprüfungseinrichtung (4) in der Prüfsumme beim nochmaligen Überprüfen immer noch einen Fehler feststellt, die Decodiereinrichtung diejenige Nutzdateneinheit mit dem zweit-schlechtesten ermittelten Softdecisionwert korrigiert, usw.

15 19. Vorrichtung zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß einem der Ansprüche 16 bis 18,

dadurch gekennzeichnet,

20 daß die Decodiereinrichtung (3) den empfangenen Teil der redundant codierten Nutzdaten ohne seine Prüfsumme decodiert, seine Prüfsumme berechnet, mit dem entsprechenden Faltungscode codiert und mit der codierten Prüfsumme vergleicht, um die Qualität der erhaltenen Nutzdaten zu überprüfen.

20. Vorrichtung zur Verarbeitung von Nutzdaten gemäß einem der Ansprüche 11 bis 19,

25 **dadurch gekennzeichnet,**

daß die von der Sendeeinheit der Empfangseinheit übertragenen Nutzdaten entsprechend dem GSM-Standard übertragen werden und mit einem zwei Erzeugungsgleichungen umfassenden Faltungscode codiert sind, wobei die erste Erzeugungsgleichung $c(2k) = u(k) + u(k-3) + u(k-4)$ und die zweite Erzeugungsgleichung $c(2k+1) = u(k) + u(k-1) + u(k-3) + u(k-4)$ ist.

30

1/1

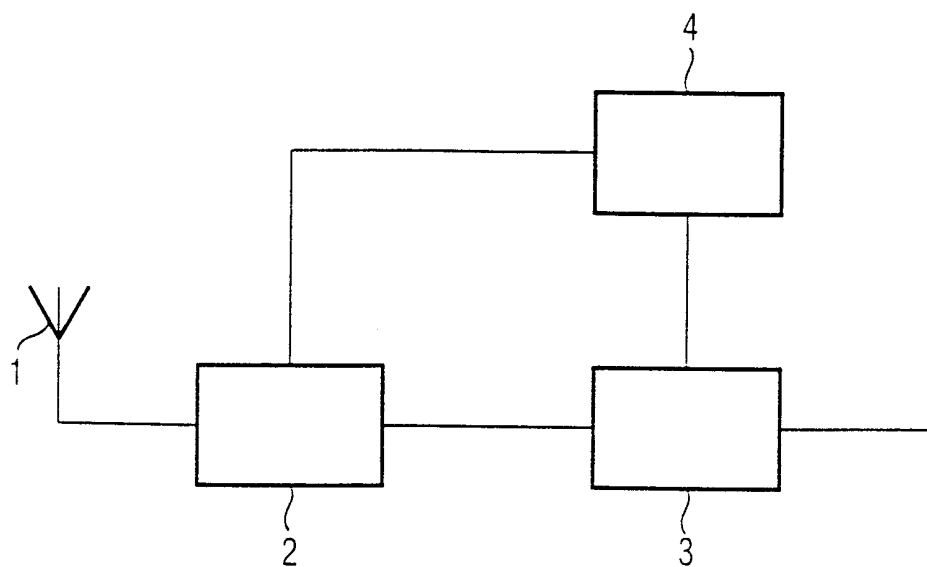


Fig 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. .onal Application No

PCT/DE 98/02454

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04L1/00 H04L1/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 446 747 A (BERROU CLAUDE) 29 August 1995 see abstract; claims 1,2,10,13,22; figures 1,2,4,7	1,2,11, 12
A	see column 2, line 50 - line 60 see column 3, line 26 - line 62 see column 4, line 49 - line 64 see column 5, line 31 - line 66 see column 9, line 44 - line 52 see column 12, line 31 - line 34 --- -/--	3,4,10, 13,14,20

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 February 1999

Date of mailing of the international search report

10/02/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Papantoniou, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/02454

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BERROU C ET AL: "NEAR OPTIMUM ERROR CORRECTING CODING AND DECODING: TURBO-CODES" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, vol. 44, no. 10, October 1996, pages 1261-1271, XP000629465	1,2,11, 12
A	see page 1, right-hand column, line 11 - page 2, left-hand column, line 5 see page 3, right-hand column, line 6 - line 25; figure 6 see page 6, left-hand column, line 1 - line 23	3,4,10, 13,14,20
X	NARAYANAN K R ET AL: "A NOVEL ARQ TECHNIQUE USING THE TURBO CODING PRINCIPLE" IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, vol. 1, no. 2, March 1997, pages 49-51, XP000687091	1,2,11, 12
A	see page 1, left-hand column, line 27 - line 34; figures 1-3 see page 1, right-hand column, line 8 - line 32 see page 2, left-hand column, line 1 - line 25	3,4,10, 13,14,20
X	DE 195 21 327 A (SIEMENS AG) 19 December 1996 see claims 7-9; figures 1-3 see column 1, line 44 - line 55 see page 1, line 6 - line 35 see column 4, line 63 - column 5, line 7	1,2,11, 12
A	EP 0 439 649 A (SIEMENS AG) 7 August 1991 see abstract; figures 1,2 see column 1, line 1 - line 9 see column 2, line 21 - line 48 see column 3, line 43 - line 58	1,4,5, 11,14,15
A	WO 96 13105 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS PATENTVERWALTUNG (DE); PETERSEN JU) 2 May 1996 see abstract; claims 1-3 see page 1, line 21 - page 2, line 19 see page 3, line 6 - line 20 see page 10, line 9 - page 11, line 21	1-3, 11-13
A	DE 195 35 358 C (SIEMENS AG) 6 March 1997 cited in the application see claim 1; figures 2,4 see column 1, line 6 - line 35 see column 2, line 7 - line 14 see column 2, line 62 - column 3, line 18	1,2, 10-12,20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/02454

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5446747 A	29-08-1995	FR 2675971 A DE 69215743 D DE 69215743 T EP 0511141 A EP 0735696 A	30-10-1992 23-01-1997 10-07-1997 28-10-1992 02-10-1996
DE 19521327 A	19-12-1996	NONE	
EP 0439649 A	07-08-1991	AU 626747 B AU 7006591 A DE 59009376 D FI 910422 A MX 174622 B	06-08-1992 01-08-1991 10-08-1995 31-07-1991 30-05-1994
WO 9613105 A	02-05-1996	DE 4437984 A AU 3618495 A EP 0737389 A JP 9507634 T	14-08-1996 15-05-1996 16-10-1996 29-07-1997
DE 19535358 C	06-03-1997	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/02454

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 H04L1/00 H04L1/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 446 747 A (BERROU CLAUDE) 29. August 1995 siehe Zusammenfassung; Ansprüche 1,2,10,13,22; Abbildungen 1,2,4,7	1,2,11, 12
A	siehe Spalte 2, Zeile 50 - Zeile 60 siehe Spalte 3, Zeile 26 - Zeile 62 siehe Spalte 4, Zeile 49 - Zeile 64 siehe Spalte 5, Zeile 31 - Zeile 66 siehe Spalte 9, Zeile 44 - Zeile 52 siehe Spalte 12, Zeile 31 - Zeile 34 --- -/--	3,4,10, 13,14,20



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

• Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Februar 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/02/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Papantoniou, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	BERROU C ET AL: "NEAR OPTIMUM ERROR CORRECTING CODING AND DECODING: TURBO-CODES" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, Bd. 44, Nr. 10, Oktober 1996, Seiten 1261-1271, XP000629465	1,2,11,12
A	siehe Seite 1, rechte Spalte, Zeile 11 - Seite 2, linke Spalte, Zeile 5 siehe Seite 3, rechte Spalte, Zeile 6 - Zeile 25; Abbildung 6 siehe Seite 6, linke Spalte, Zeile 1 - Zeile 23	3,4,10,13,14,20
X	--- NARAYANAN K R ET AL: "A NOVEL ARQ TECHNIQUE USING THE TURBO CODING PRINCIPLE" IEEE COMMUNICATIONS LETTERS, Bd. 1, Nr. 2, März 1997, Seiten 49-51, XP000687091	1,2,11,12
A	siehe Seite 1, linke Spalte, Zeile 27 - Zeile 34; Abbildungen 1-3 siehe Seite 1, rechte Spalte, Zeile 8 - Zeile 32 siehe Seite 2, linke Spalte, Zeile 1 - Zeile 25	3,4,10,13,14,20
X	--- DE 195 21 327 A (SIEMENS AG) 19. Dezember 1996 siehe Ansprüche 7-9; Abbildungen 1-3 siehe Spalte 1, Zeile 44 - Zeile 55 siehe Seite 1, Zeile 6 - Zeile 35 siehe Spalte 4, Zeile 63 - Spalte 5, Zeile 7	1,2,11,12
A	--- EP 0 439 649 A (SIEMENS AG) 7. August 1991 siehe Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 siehe Spalte 1, Zeile 1 - Zeile 9 siehe Spalte 2, Zeile 21 - Zeile 48 siehe Spalte 3, Zeile 43 - Zeile 58	1,4,5,11,14,15
A	--- WO 96 13105 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS PATENTVERWALTUNG (DE); PETERSEN JU) 2. Mai 1996 siehe Zusammenfassung; Ansprüche 1-3 siehe Seite 1, Zeile 21 - Seite 2, Zeile 19 siehe Seite 3, Zeile 6 - Zeile 20 siehe Seite 10, Zeile 9 - Seite 11, Zeile 21	1-3,11-13
	--- -/--	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/02454

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 195 35 358 C (SIEMENS AG) 6. März 1997 in der Anmeldung erwähnt siehe Anspruch 1; Abbildungen 2,4 siehe Spalte 1, Zeile 6 - Zeile 35 siehe Spalte 2, Zeile 7 - Zeile 14 siehe Spalte 2, Zeile 62 - Spalte 3, Zeile 18 -----	1,2, 10-12,20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/02454

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5446747 A	29-08-1995	FR 2675971 A	30-10-1992
		DE 69215743 D	23-01-1997
		DE 69215743 T	10-07-1997
		EP 0511141 A	28-10-1992
		EP 0735696 A	02-10-1996
DE 19521327 A	19-12-1996	KEINE	
EP 0439649 A	07-08-1991	AU 626747 B	06-08-1992
		AU 7006591 A	01-08-1991
		DE 59009376 D	10-08-1995
		FI 910422 A	31-07-1991
		MX 174622 B	30-05-1994
WO 9613105 A	02-05-1996	DE 4437984 A	14-08-1996
		AU 3618495 A	15-05-1996
		EP 0737389 A	16-10-1996
		JP 9507634 T	29-07-1997
DE 19535358 C	06-03-1997	KEINE	