

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 578 060 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93110078.8**

(51) Int. Cl.⁵: **G08G 1/09**

(22) Anmeldetag: **24.06.93**

(30) Priorität: **04.07.92 DE 4222014**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.01.94 Patentblatt 94/02

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK ES FR GB GR IT LI SE

(71) Anmelder: **ANT Nachrichtentechnik GmbH**
Gerberstrasse 33
D-71522 Backnang(DE)

(72) Erfinder: **Göckler, Heinz, Dr.-Ing.**
Erbinger Strasse 52
D-71522 Backnang(DE)
Erfinder: **Gebauer, Thomas, Dipl.-Ing.**
Albr.-Bengelstrasse
D-71546 Aspach 2(DE)
Erfinder: **Grabow, Wilhelm, Dr.-Ing.**
Asternstrasse 1d
D-31171 Nordstemmen(DE)
Erfinder: **Ali, Markus, Dipl.-Ing.**
Luitpoldstrasse 10
D-82110 Germering(DE)

(54) **Verfahren zur Datenübertragung zwischen einer Feststation und sich bewegenden Objekten.**

(57) Das Verfahren soll es mit geringem technischen Aufwand ermöglichen, mit jedem einzelnen einer Vielzahl von Objekten Daten auszutauschen.

Eine an der Feststation vorhandene Antennenanordnung (5) empfängt wiederholt von allen sich in einem vorgegebenen Gebiet befindlichen Objekten ausgestrahlte Signale. Aus diesen Empfangssignalen ($x(t)$) werden Informationen über den augenblicklichen Ort der einzelnen Objekte (1) abgeleitet. Die Ortsinformationen werden dazu verwendet, ein mit der Antennenanordnung (5) verbundenes Strahlformungsnetzwerk (6) so zu steuern, daß die Antennenanordnung (5) für jedes der Objekte ein so geformtes Richtdiagramm erzeugt, daß auf das betreffende Objekt eine Hauptempfangskeule gerichtet ist und in Richtung der jeweils anderen benachbarten Objekte die Empfangsdämpfung gegenüber der Hauptempfangskeule hoch ist.

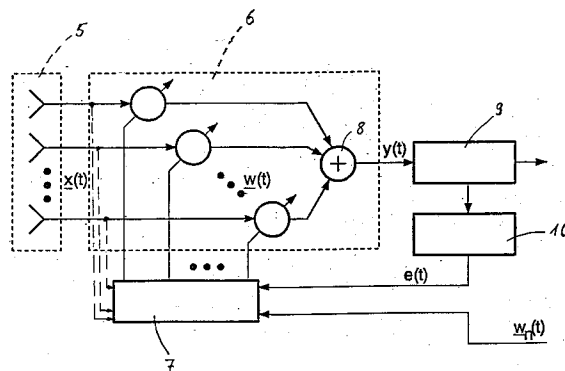


Fig. 2

EP 0 578 060 A2

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Datenübertragung zwischen einer Feststation und in einem begrenzten Gebiet sich bewegenden Objekten, wobei die Feststation eine Antennenanordnung aufweist, welche für jedes der Objekte, mit dem eine Datenübertragung stattfinden soll, ein eigenes Richtdiagramm erzeugt.

Ein solches Verfahren ist aus der älteren deutschen Patentanmeldung P 41 07 803 bekannt. Als eine Anwendungsmöglichkeit der darin beschriebenen Abfrageanordnung ist die automatische Zahlung von Mautgebühren aufgeführt. Jedes Fahrzeug, das eine Mautgebühr zu zahlen hat, ist mit einer automatischen Abbuchungseinrichtung ausgestattet, welche eine Sende-/Empfangsvorrichtung besitzt. Diese Sende-/Empfangsvorrichtung wird von einer an der Mautstelle fest installierten Sende-/Empfangseinrichtung aktiviert und ein Dialog zwischen beiden aufgenommen. Dabei verbucht zunächst die Abbuchungseinrichtung die Mautgebühr und sendet anschließend eine Quittung darüber an die Sende-/Empfangseinrichtung der Mautstelle. Während dieses Vorgangs wird für jedes der Fahrzeuge von einer Antennenanordnung, bestehend aus mehreren einzelnen Antennenelementen, ein Richtdiagramm erzeugt. Dazu sind entweder gemäß einer ersten Lösung Antennen vorgesehen, deren Richtdiagramme auf vorgegebene Ausleuchtgebiete fixiert sind. Es muß in diesem Fall also für jede Fahrspur oder jedes Segment einer Fahrspur, in dem ein Fahrzeug fährt, eine Antennen vorhanden sind. Besteht das zu erfassende Gebiet aus vielen Fahrspuren, so ist eine sehr aufwendige, aus vielen Antennen bestehende Anordnung erforderlich. In einer zweiten Lösung besteht die Antennenanordnung aus mehreren phasengesteuerten Einzelantennen, welche in der Lage sind, den sich bewegenden Fahrzeugen die Richtdiagramme nachzuführen. Allerdings werden dazu Informationen über den Ort der einzelnen Fahrzeuge benötigt. Diese Ortsinformationen liefern gemäß der P 41 07 803 in die Straße eingelassene Induktionsschleifen. Die Gewinnung der Ortsinformationen wird dadurch recht aufwendig.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit dem bei möglichst geringem Aufwand an technischen Mitteln aus einer Vielzahl von sich in einem vorgegebenen Gebiet bewegenden Objekten mit jedem einzelnen ein Datenaustausch durchgeführt werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Anwendungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Das Verfahren der Erfindung benötigt gegenüber dem Stand der Technik weniger Antennenelemente und kommt ohne Induktionsschleifen aus,

um die einzelnen Objekte richtig orten und mit ihnen Daten austauschen zu können.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird nachfolgend die Erfindung näher erläutert.

Figur 1 zeigt einen Straßenabschnitt, innerhalb dessen eine Mauterfassung von Fahrzeugen stattfindet, und

Figur 2 zeigt ein Prinzipschaltbild einer Antennenanordnung mit einem Strahlformungsnetzwerk.

Das im folgenden beschriebene Verfahren dient dazu, zwischen Objekten, die sich innerhalb eines vorgegebenen Gebietes bewegen, und einer Feststation eine Datenübertragung zu ermöglichen. Diese sich bewegenden Objekte können, wie der Figur 1 zu entnehmen ist, z.B. Fahrzeuge 1 und das vorgegebene Gebiet 2 ein Abschnitt einer Straße sein. Innerhalb dieses Gebietes 2 soll es möglich sein, jedes einzelne sich darin befindliche Fahrzeug 1 zu lokalisieren und von ihm ausgesendete Daten aufzunehmen, auch wenn sich die Fahrzeuge auf mehreren Spuren nebeneinander fortbewegen und dabei eventuell noch Spurwechsel vornehmen.

Jedes Fahrzeug 1 ist mit einer von außen sichtbaren, vorzugsweise an der Windschutzscheibe angeordneten Einrichtung ausgestattet, die einen Empfänger, einen Sender und einen Prozessor besitzt, der beispielsweise von einer Geldbetrag speicherbaren Scheckkarte eine geforderte Mautgebühr abbucht.

Bevor die Fahrzeuge in das Gebiet 2 eintreten, werden ihre Mautgebührrabbuchungseinrichtungen von einem Mikrowellensignal "aufgeweckt", das eine vor dem Gebiet 2 installierte Bake 3 an alle Fahrzeuge 1 aussendet.

Nun wird in dem Gebiet 2 jedes Fahrzeug 1 einer Kontrolle darüber unterzogen, ob es die vorgeschriebene Mautgebühr abgebucht hat. Dazu sendet eine am Ausgang des Gebietes 2 eingerichtete Feststation 4 ein Mikrowellensignal aus, das die Sender der Mautgebührrabbuchungseinrichtungen an den Fahrzeugen aktiviert, so daß diese in der Lage sind, ein Quittungssignal abzusenden. Die Feststation 4 lokalisiert jedes einzelne Fahrzeug in dem Gebiet 2 und überprüft, ob es ein Quittungssignal aussendet. Ist das nicht der Fall, so kann z.B. durch Photographieren des Fahrzeugs dessen Kennzeichen festgehalten und damit der Fahrzeughalter ermittelt werden, so daß von diesem später die Mautgebühr eingezogen werden kann.

Um mit jedem der sich in dem Gebiet 2, einem mehrspurigen Straßenabschnitt, befindenden Fahrzeuge 1 den genannten Datenaustausch durchführen zu können, ist die Feststation 4 mit mindestens einer Antennenanordnung ausgestattet. Eine solche Antennenanordnung 5 besteht, wie Figur. 2 verdeutlicht, aus mehreren einzelnen Antennenele-

menten, deren Ausgangssignale im Sendefall von einem Strahlformungsnetzwerk 6 so gewichtbar sind, daß die Antennenanordnung eine solche Empfangscharakteristik erzeugt, die auf jedes Fahrzeug für die Datenübertragung zwischen ihm und der Feststation eine Hauptempfangskeule richtet. Es kann entweder für jede Fahrspur eine eigene Antennenanordnung 5 vorgesehen werden, oder es werden mehrere Fahrspuren von einer Antennenanordnung 5 erfaßt.

Es ist vorteilhaft, solche Antennenelemente zu verwenden, die zirkular polarisierte Signale empfangen, weil diese weniger störanfällig sind.

Damit die Feststation mit jedem einzelnen Fahrzeug 1 einen Datenaustausch vornehmen kann, ist zunächst eine Ortung der einzelnen Fahrzeuge durchzuführen. Dazu empfängt die Antennenanordnung von allen Fahrzeugen, die sich in dem von der Antennenanordnung 5 erfaßten Gebiet befinden, Signale. Ein Prozessor 7 leitet aus den Empfangssignalen $x(t)$ der einzelnen Antennenelemente Informationen über den augenblicklichen Ort der einzelnen Fahrzeuge ab. Die Anzahl der Fahrzeuge und deren Ortsinformationen lassen sich mit Hilfe von an sich bekannten Schätzverfahren (vgl. S. Unnikrishna Pillai, Array Signal Processing, Springer-Verlag, 1989) aus den Antennenempfangssignalen $x(t)$ ableiten. Mit diesen geschätzten Ortsinformationen werden nun im Strahlformungsnetzwerk 6 die Signale der einzelnen Antennenelemente so gewichtet, d.h. es wird die Signalphase- und/oder -amplitude eines jeden Antennenelementes so eingestellt, daß die Antennenanordnung für jedes Fahrzeug ein solches Richtdiagramm erzeugt, daß eine Hauptempfangskeule auf das betreffende Fahrzeuge gerichtet ist und daß das Richtdiagramm in Richtung der jeweils anderen, potentiell störenden Fahrzeuge eine möglichst hohe Empfangsdämpfung gegenüber der Hauptempfangskeule (im Idealfall Nullstellen) aufweist. Die für jedes Antennenelement einzustellende Phase und Amplitude werden im folgenden zusammenfassend als komplexer Gewichtsvektor $w(t)$ bezeichnet. Die Wichtung kann entweder auf kontinuierliche, analog oder zeitdiskrete, digitale Antennenempfangssignale $x(t)$ angewendet werden. Dementsprechend sind die in jedem Empfangssignalfeld vorhandenen Schaltungsmittel für die Wichtung zu realisieren. Die Wichtungen der einzelnen Antennenempfangssignale $x(t)$ können kontinuierlich aber auch nur zu diskreten Zeitpunkten geändert werden. An die Antennenanordnung 5 sind so viele Strahlformungsnetzwerke, von denen in Figur 2 nur eines dargestellt ist, angeschlossen wie das von der Antennenanordnung erfaßbare Gebiet maximal an Fahrzeugen aufnehmen kann, so daß jedem Fahrzeug ein eigenes Richtdiagramm zugeordnet werden kann.

Die für jedes Fahrzeug empfangenen und im zugehörigen Strahlformungsnetzwerk 6 entsprechend gewichteten Empfangssignale werden in einem Summierer 8 einander kohärent überlagert und das Summensignal $y(t)$ einem Empfänger 9 zugeführt.

Da sich die Fahrzeuge in dem vorgegebenen Gebiet fortbewegen, müssen die Richtdiagramme der Ortsveränderung der Fahrzeuge ständig angepaßt werden. Diese Adaption der Richtdiagramme kann so erfolgen, daß die oben beschriebene Ortsermittlung der Fahrzeuge in sehr kurzen Zeitabständen wiederholt wird. Dabei müssen die Zeitabstände so gewählt sein, daß bei der größtmöglichen Geschwindigkeit die Fahrzeuge gerade noch nicht aus dem Bereich ihrer Hauptempfangskeule herausgefahren sind, bevor nach einer folgenden Ortsermittlung die Hauptempfangskeule nachgeführt wird.

Ein anderes Adaptionsverfahren besteht darin, daß aus dem Ausgangssignal des Empfängers 9 nach einem Gütekriterium Steuersignale für die komplexen Gewichtsvektoren $w(t)$ abgeleitet werden. Und zwar ermittelt, wie Figur 2 zeigt, eine Schaltungseinheit 10 in Verbindung mit dem Prozessor 7 aus dem Empfänger Ausgangssignal und ggf. den Einzelsignalen der Antennenelemente z.B. das Verhältnis von Nutzsignal zu Störsignalleistung, wobei das Nutzsignal das von demjenigen Fahrzeug empfangene Signal ist, auf das die Hauptempfangskeule gerichtet sein sollte, und Störsignale die von anderen Fahrzeugen empfangene Signale sind, auf welche möglichst stark gedämpfte Bereiche, im Idealfall Nullstellen, des Richtdiagramms gerichtet sein sollten. Der Prozessor 7 leitet aus dem Gütesignal $e(t)$ (Verhältnis von Nutzsignal- zu Störsignalleistung) solche komplexen Gewichtsvektoren $w(t)$ für das Strahlformungsnetzwerk 6 her, daß es zu einer Ausrichtung der Hauptempfangskeule und der stark gedämpften Bereiche (Nullstellen) des Richtdiagramms kommt, welche das Gütesignal $e(t)$ maximal werden läßt.

Es können auch andere Gütekriterien für die Adaption des Strahlungsdiagramms herangezogen werden. Einige bekannte Gütekriterien für Adaptionsverfahren sind in Lehrbüchern von S. Thomas Alexander, Adaptive Signal Processing, Springer-Verlag, 1986 und R.T. Compton, Jr. Adaptive Antennas, Prentice Hall, 1988 beschrieben.

Bei dem zuletzt vorgestellten Adaptionsverfahren ist eine Wiederholung der Ortsermittlung der Fahrzeuge nur erforderlich, wenn ein neues Fahrzeug in das vorgegebene Gebiet hineingefahren ist. Zweckmäßig ist es, zumindest jedesmal, wenn ein Fahrzeug das Gebiet verläßt, oder ein neues in das Gebiet eintritt eine Ortsermittlung neu zu initiieren.

Die dem Prozessor 7 zugeführten komplexen Gewichtsvektoren $w_n(t)$ stammen von der Antenne-

nanordnung eines Nachbargebietes. Daraus kann der Prozessor Informationen ableiten, wenn ein Fahrzeug von einem Gebiet in das nächste übergewechselt ist (Fahrspurwechsel), und diese entsprechend auf das Strahlformungsnetzwerk 6 übertragen. Weiterhin lassen sich daraus Informationen über die Ausrichtung der Hauptkeulen von Nachbarantennenanordnungen ermitteln, die mit anderen Fahrzeugen Daten austauschen. Der Prozessor 7 kann diese Informationen zur Unterstützung der Ausbildung der Minima bzw. Nullstellen im Richtdiagramm nutzen, um somit den störenden Einfluß der von anderen Fahrzeugen gesendeten Signale zu minimieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung zwischen einer Feststation und in einem begrenzten Gebiet sich bewegendes Objekt, wobei die Feststation eine Antennenanordnung aufweist, welche für jedes der Objekte, mit dem eine Datenübertragung stattfinden soll, ein eigenes Richtdiagramm erzeugt, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenanordnung (5) wiederholt von allen sich in dem Gebiet befindenden Objekte (1) ausgestrahlte Signale empfängt und aus diesen Empfangssignalen ($x(t)$) Informationen über den augenblicklichen Ort der einzelnen Objekte (1) abgeleitet werden, und daß die Ortsinformationen dazu verwendet werden, um ein mit der Antennenanordnung (5) verbundenes Strahlformungsnetzwerk (6) so zu steuern, daß die Antennenanordnung (5) für jedes der Objekte (1) ein so geformtes Richtdiagramm erzeugt, daß auf das betreffende Objekt eine Hauptempfangskeule gerichtet ist und in Richtung der jeweils anderen benachbarten Objekte die Empfangsdämpfung gegenüber der Hauptempfangskeule hoch ist.
2. Verfahren zur Datenübertragung zwischen einer Feststation und in einem begrenzten Gebiet sich bewegendes Objekt, wobei die Feststation eine Antennenanordnung aufweist, welche für jedes der Objekte, mit dem eine Datenübertragung stattfinden soll, ein eigenes Richtdiagramm erzeugt, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenanordnung (5) von allen sich in dem Gebiet befindenden Objekte (1) ausgestrahlte Signale empfängt und aus diesen Empfangssignalen ($x(t)$) Informationen über den augenblicklichen Ort der einzelnen Objekte (1) abgeleitet werden, daß die Ortsinformationen dazu verwendet werden, um ein mit der Antennenanordnung (5) verbundenes Strahlformungsnetzwerk (6) so zu steuern, daß

die Antennenanordnung (5) jedem der Objekte (1) sein Richtdiagramm zuordnet, daß, nachdem den einzelnen Objekten (1) ihr Richtdiagramm zugeordnet worden ist, dieses entsprechend den Ortsveränderungen der Objekte (1) in der Weise angepaßt wird, daß auf jedes Objekt eine Hauptempfangskeule gerichtet ist und in Richtung der jeweils anderen benachbarten Objekte die Empfangsdämpfung gegenüber der Hauptempfangskeule hoch ist und daß die dazu erforderlichen Steuersignale für das Strahlformungsnetzwerk (6) nach einem Gütekriterium aus den von der Antennenanordnung (5) empfangenen Signalen ($y(t)$) abgeleitet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Gütekriterium die Maximierung des Verhältnisses von Nutzsignal- zu Störsignalleistung herangezogen wird, wobei das Nutzsignal das von denjenigen Objekten empfangene Signal ist, auf das die Hauptempfangskeule gerichtet sein sollte, und Störsignale die von anderen Objekten empfangene Signale sind, auf welche solche Bereiche des Richtdiagramms gerichtet sein sollten, die gegenüber der Hauptempfangskeule stark gedämpft sind.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Antennenanordnung (5) verwendet wird, die aus mehreren Antennenelementen besteht, deren Ausgangssignale durch das Strahlformungsnetzwerk in Phase und/oder Amplitude steuerbar sind.
5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung der Ortsinformationen über die einzelnen Objekte (1) immer dann neu initiiert wird, wenn ein Objekt das vorgegebene Gebiet verläßt.
6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung der Ortsinformationen über die einzelnen Objekte (1) immer dann neu initiiert wird, wenn ein neues Objekt (1) in das vorgegebene Gebiet eintritt.
7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß für die Formung und Anpassung der Richtdiagramme auch Ortsinformationen von benachbarten Antennenanordnungen mit einbezogen werden.

8. Anwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei der Gebührenerfassung von Fahrzeugen (1), die sich auf einer ein- oder mehrspurigen Straße (2) fortbewegen, wobei die Fahrzeuge mit einer Einrichtung versehen sind, welche nach einer Aktivierung von außen eine Abbuchung der geforderten Gebühr von einer Scheckkarte veranlaßt und dann ein Quittungssignal aussendet, das von der Antennenanordnung (5) empfangen wird. 5 10
9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß für jede von mehreren Fahrspuren eine Antennenanordnung (5) vorhanden ist. 15
10. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Antennenanordnung (5) ein aus mehreren Fahrspuren bestehendes Gebiet (2) erfaßt. 20

25

30

35

40

45

50

55

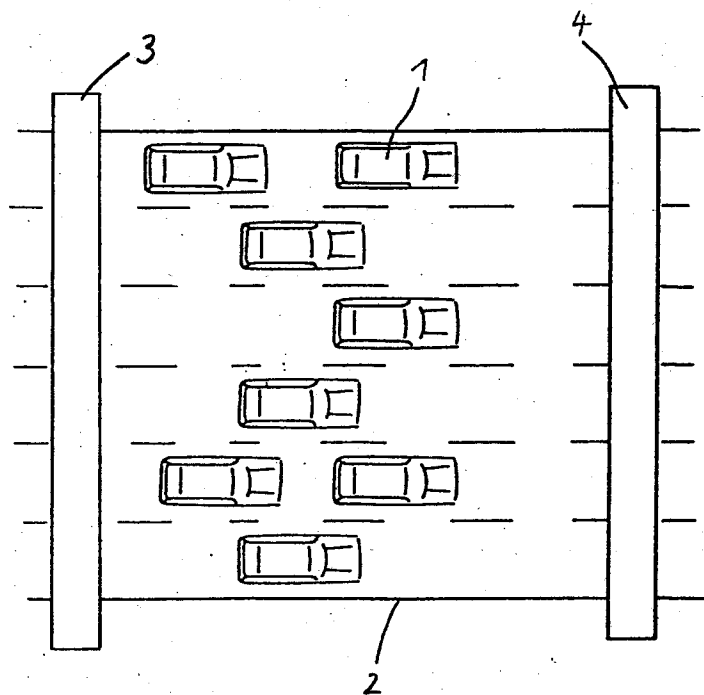


Fig. 1

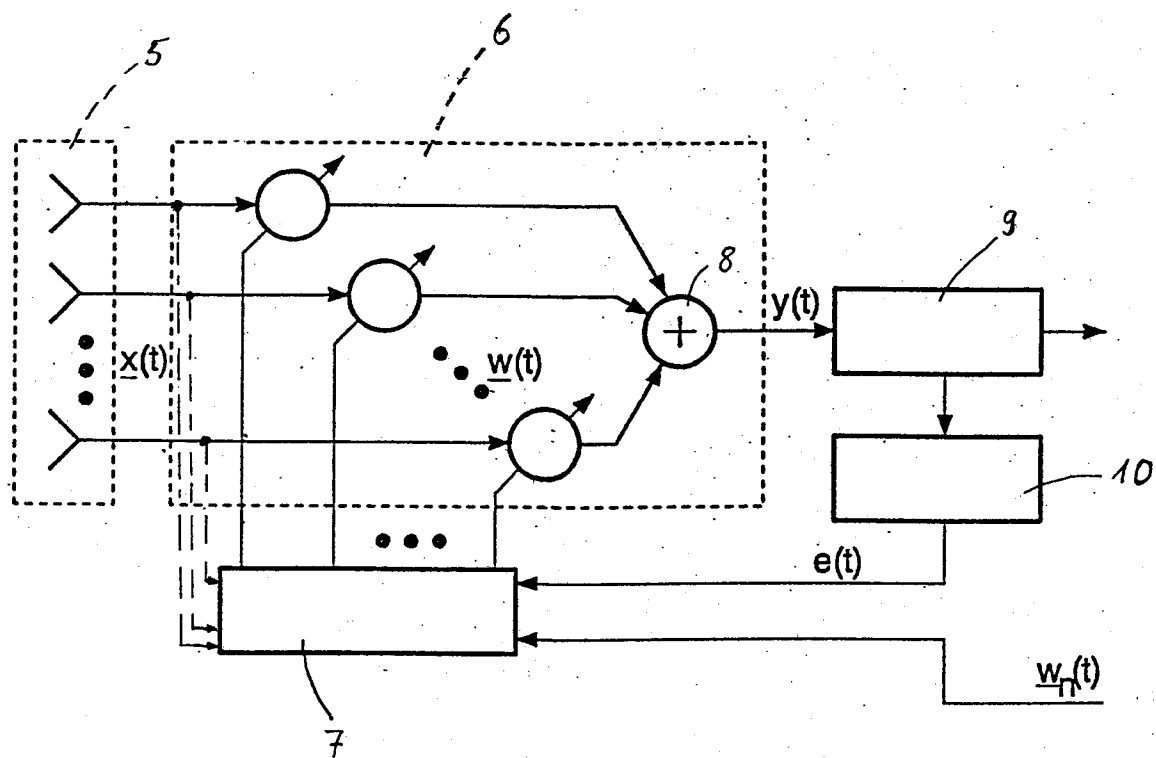


Fig. 2