

氏名（本籍）	伊 藤 修 朗（愛知県）
学 位 の 種 類	博 士（工学）
学 位 記 番 号	甲 第 25 号
学位授与年月日	平成 7 年 3 月 24 日
専 攻	電子情報システム工学専攻
学位論文題目	MUSE信号の伝送路ひずみに対するディジタル波形等化システムに関する研究
学位論文審査委員	（主査）教 授 横 川 泉 二 （副査）教 授 中 村 隆 教 授 田 中 嘉津夫

論文内容の要旨

映像、音声、データ等の情報を伝送する際、送信点からの情報がひずみの無い状態で受信点に伝達されることが望ましいが、実際の伝送においては伝送系固有の線形ひずみのほか、信号の反射によるエコー、非線形ひずみ等により受信点における信号波形が劣化する。そこで、このような伝送路のひずみによる波形劣化をできるかぎり小さくするための波形等化処理が必要である。

一般に、ベースバンドの信号は送信側で振幅変調、周波数変調等の変調をかけてから伝送される。この被変調波の周波数はベースバンド信号の周波数に比較して高くなるため、このような信号に対してディジタルの波形等化処理をすることはディジタル回路の動作周波数から困難となる場合が多く、特に映像信号の場合はベースバンド信号帯域そのものが広帯域であるためさらに困難である。このような伝送系に対しては、一般にベースバンド信号復調後に波形等化処理を行なう必要があり、ハイビジョン用の波形等化器もその代表的なものである。ところが、このような波形等化処理を行なっても変調方式によっては必ずしも波形ひずみが改善されないことが指摘されている。

そこで、本研究では初めに、伝送路で発生するひずみはエコーの多重の形に等価変換できることから、エコーに対する対策をすれば全ての線形ひずみに対応することができることを示している。また、伝送系の特性の変化に応じて適応等化フィルタのタップ係数を決定する適応等化アルゴリズムについても検討を行い、回路規模縮小と等化収束特性の向上を両立させた畳み込み型LMS法を新しく提案している。

次に、ハイビジョン用のMUSE信号について、伝送路でのエコーひずみが復調後の信号波形に及ぼす影響を解析し、それをMUSE信号中に多重されているVIT信号と呼ばれるトレーニング信号を用いて波形等化処理する新しいディジタル波形等化システムを検討している。その結果、AM伝送路でのひずみは線形ひずみであり、VIT信号に発生するひずみ情報に基づき、従来のトランスバースルフィルタで等化処理ができることを明らかにしている。さらに、遅延時間の比較的大きなエコーひずみに対しても有効に動作する適応型波形等化器を開発し、その特性を計算機シミュレーションおよび実際のCATV網を用いた実験によって確かめている。また、その適応型波形等化器の演算精度についても検討を行い、その結果に基づいてMUSE信号用の波形等化LSIを開発している。

一方、FM伝送路での解析では伝送路のエコーひずみが復調後に非線形なひずみとなって現われ、特にVIT信号やステップ状に変化する信号部分で顕著であることを理論的に明らかにしている。そのため、AM伝送路で用いた適応波形等化器で等化を行なっても必ずしも映像が改善されないことを示し、実験によっても確かめている。そこで、FM伝送路で発生した非線形なひずみを等化するために、VIT信号の他に新たにステップ状のトレーニング信号をMUSE信号に付加し、そのひずみ成分を受信側で観測することにより、等化すべき非線形関数を抽出する方法を考案している。そして、それを用いて非線形ひずみを除去する新しい適応波形等化システムを提案している。この提案したシステムについて等化シミュレーションと実験を行い、FM伝送路のエコーに対しても良好な波形等化が行なわれることを確認している。

論文審査の結果の要旨

この論文ではMUSE信号(Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding)が伝送路で受けるひずみに対し、初めにそのひずみの内容を解析し、次にそのひずみを除去するためのデジタル波形等化システムの開発についてまとめている。MUSE信号は最近になって試験放送が開始されたハイビジョンに用いられている信号で、ハイビジョンのように高精細度の映像信号では広い周波数帯域が必要になるため帯域圧縮を施した信号である。このMUSE信号の中にはひずみを検出するためのトレーニング用のインパルス状の信号も含まれており、これは既知の波形であるから、これを伝送することでひずみを検出することができる。そして、この検出されたひずみを波形等化器で除去する仕組みとなっている。この論文ではそのための最適な波形等化アルゴリズムを提案し、そのLSIも開発している。実際に、振幅変調を用いた信号の伝送路のエコーひずみを除く場合に対して適切に動作し、かなり厳しいひずみを受けてもそれを除くことができることを計算機によるシミュレーションおよびCATV網による実験で確認している。次に、MUSE信号の周波数変調を用いた伝送路で、エコーによって受けるひずみを前述の波形等化器では除去できない場合があるので、その原因を初めて理論的に明らかにしている。そのひずみは振幅変調の伝送路の場合と異なり非線形ひずみであり、これを除くために新しい波形等化器を考案している。それは非線形ひずみの内容を知るために、もう一つのトレーニング信号としてステップ状の信号を新たにMUSE信号の中に付加し、受信側でこれを検出して波形等化をしようとするものである。この波形等化システムについての計算機シミュレーションと実験を行い、非線形な波形ひずみについても新しい等化システムにより除くことができることを実証している。このように、著者はMUSE信号の波形ひずみの解析とその対策について4編の論文を学術雑誌に発表しており、学術的に大きな貢献をしていると判定した。よって、この学位論文は合格と認める。

論文審査の結果の要旨

この論文ではMUSE信号(Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding)が伝送路で受けるひずみに対し、初めにそのひずみの内容を解析し、次にそのひずみを除去するためのデジタル波形等化システムの開発についてまとめている。MUSE信号は最近になって試験放送が開始されたハイビジョンに用いられている信号で、ハイビジョンのように高精細度の映像信号では広い周波数帯域が必要になるため帯域圧縮を施した信号である。このMUSE信号の中にはひずみを検出するためのトレーニング用のインパルス状の信号も含まれており、これは既知の波形であるから、これを伝送することでひずみを検出することができる。そして、この検出されたひずみを波形等化器で除去する仕組みとなっている。この論文ではそのための最適な波形等化アルゴリズムを提案し、そのLSIも開発している。実際に、振幅変調を用いた信号の伝送路のエコーひずみを除く場合に対して適切に動作し、かなり厳しいひずみを受けてもそれを除くことができることを計算機によるシミュレーションおよびCATV網による実験で確認している。次に、MUSE信号の周波数変調を用いた伝送路で、エコーによって受けるひずみを前述の波形等化器では除去できない場合があるので、その原因を初めて理論的に明らかにしている。そのひずみは振幅変調の伝送路の場合と異なり非線形ひずみであり、これを除くために新しい波形等化器を考案している。それは非線形ひずみの内容を知るために、もう一つのトレーニング信号としてステップ状の信号を新たにMUSE信号の中に付加し、受信側でこれを検出して波形等化をしようとするものである。この波形等化システムについての計算機シミュレーションと実験を行い、非線形な波形ひずみについても新しい等化システムにより除くことができることを実証している。このように、著者はMUSE信号の波形ひずみの解析とその対策について4編の論文を学術雑誌に発表しており、学術的に大きな貢献をしていると判定した。よって、この学位論文は合格と認める。