

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	低演算量かつロバストなシングルキャリア信号検出法
Title(English)	
著者(和文)	鎌田裕之
Author(English)	Hiroyuki Kamata
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10322号, 授与年月日:2016年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:阪口 啓,安藤 真,山田 功,府川 和彦,松本 隆太郎
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10322号, Conferred date:2016/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	集積システム	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 Academic Degree Requested	博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	鎌田裕之		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	阪口啓
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)	安藤真

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

衛星放送では、1 つの衛星で広範なエリアに放送波を配信できるため、地上波放送のような多数の地上設備が不要であり、近年は途上国でも放送サービスが増加している。また、アジアやヨーロッパではその広範なエリアを利用して、複数の国にまたがって配信するサービスが普及している。こういった事情から、ヨーロッパなどでは 1 つのエリアで非常に多くの衛星放送サービスを受信することが可能である。アジア、ヨーロッパなど多くの地域では DVB-S および DVB-S2 と呼ばれる放送フォーマットでサービスが提供されている。どちらのフォーマットにも共通している特徴として、キャリア周波数とシンボルレートが規格上未規定となっている点あげられる。これは、提供するサービスに応じて事業者が柔軟にパラメータを選択可能とするための規格としての自由度を高めたものである。しかし、これらの放送サービスを衛星事業者によって十分に管理されていないことが一般的である。このため受信器には自動で放送波を検出、登録する機能が普及している。

ところが、キャリア周波数、シンボルレートが未規定であるため、受信器はこれらの組み合わせを 2 次元的に総当りに探索する必要がある、この処理に膨大な時間を要していた。このため、自動検出機能を搭載した受信器では、すべての放送サービスを登録するのに 10 時間以上という非常に長い時間がかかることがある。このため、この自動検出機能の高速化というのが非常に重要な技術となっている。

そこで、本論文は衛星放送の放送波の自動検出機能の高速化方法について検討を行った。この自動検出に必要な要素は、受信パラメータが不明な信号に対して、信号の有無の判定とキャリア周波数、シンボルレートの推定を行い、実際に復調を行い信号の中からサービス名などの情報を取り出すことである。この操作を衛星放送が放送されている帯域全体に対して、受信可能な放送サービスすべてを検出する必要がある。従来の方式は、シングルキャリア信号に含まれる周期定常性を検出して信号の有無を判定する。ところが、この周期定常性検出の演算は演算負荷が高くこの演算処理が検出時間のボトルネックとなっている。このためより演算量の少ない検出手法を適用することで高速検出が可能となると考えられる。演算量の少ない信号検出手法としてはエネルギー検出手法が知られている。これは受信信号の電力により信号の有無を判定する手法である。

ところが、本研究が対象とする一般家庭の衛星放送の受信環境では、雑音レベル、信号レベルが、周波数、時間によって変化するため、信号の有無を判定する閾値を決定するのが困難である。周波数的に変化する要因は、一般家庭では、安価な同軸ケーブルを使用するために、信号帯域のゲインが一定ではなく、周波数特性を持っているためである。また、時間的に変化する要因は、衛星放送における主なノイズ源はパラボリアンテナに設置された LNB であり、この特性が温度とともに変化するため、雑音レベルが時変して観測されるためである。このような状況は雑音不確定性と呼ばれ、エネルギー検出の本質的な問題として知られている。さらに、放送サービスは休止時間を除いて連続して信号が送出されるため、無信号区間を用いた雑音レベル推定といった手法を適用することも困難である。

このような状況から、エネルギー検出を衛星放送に適用することは困難である。そこで、パワースペクトルに対してフィルタ処理を施すことで、受信信号に含まれる雑音成分をキャンセルし、信号電力成分を取り出すことで、雑音不確定性の影響を低減する手法について提案した。この手法はエネルギー検出に比べて演算量は多くなるが、周期定常性検出と比較して大幅に演算量を削減可能な手法である。ところが、この手法は、CW(Continuous Wave)やアナログ信号といった妨害信号に対して、信号有と誤検出をしてしまう。これは、本手法が受信信号電力中の信号電力成分を検出する手法であり、CW やアナログ信号にも雑音ではない信号電力成分が含まれているためである。そこで、これらに対して耐性をもつ周期定常性手法と組み合わせたフローを提案し、演算量と妨害信号に対する耐性の両立を実現した。このフローはまず、提案手法により、無信号状態となんらかの信号がある状態を振り分け、次に周期定常性検出により、デジタルの衛星放送の信号とその他の妨害信号を振り分けるといった 2 段階の構成になっている。

このフローを実装して一般家庭の受信環境で評価を行った結果、周期定常性のみで検出を行う場合と比較して同一検出精度で約 10 倍の高速化が達成可能であることを示した。

本論文では、衛星放送の信号検出を研究の対象としたが、提案した手法は雑音不確定性環境下での低演算量なシングルキャリア信号検出手法であるため、コグニティブ無線への適用に適していると考えられる。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800

Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Department of	集積システム	専攻	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 (工学)	Doctor of
学生氏名 : Student's Name	鎌田裕之		指導教員 (主) : Academic Advisor(main)	阪口啓	
			指導教員 (副) : Academic Advisor(sub)	安藤真	

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Almost satellite broadcasting receivers have the functionality of signal detection to store the channel information. In the European satellite broadcasting specifications, however, the symbol rate and the carrier frequency are not regulated. In addition, the received signal condition is not stable due to the imperfect reception environment in a practical environment. These issues prevent correct detection of the satellite signals.

Energy Detector is simple signal detection scheme based on the received power. However, in an actual environment, the threshold to detect the signal cannot be determined easily due to noise uncertainty. The noise uncertainty is mainly incurred by the variation of the temperature. In other words, Energy Detector needs noise level estimation. However, the noise estimation is not easy because the receiver needs to know when there is really no signal to estimate the noise level.

For this reason, the conventional signal detection method for the satellite broadcasting signal uses brute force search for detecting the received signal's cyclostationarity, which is an extremely time-consuming approach. It is because cyclostationarity detection requires the high computational power.

Therefore, we propose a robust signal detection based on the power spectrum.

The proposed scheme has a robustness against the noise uncertainty by the offset shape of Matched Filter. The filter reduces the influence of the noise. It means the proposed scheme estimates the component of the signal power in the received signal. In addition, the computational complexity is drastically reduced by approximating the filter shape to the rectangular.

As the result, the proposed method can drastically improve the detection speed and keep the detection accuracy in an actual residential environment.

The proposed scheme cannot be used for the satellite broadcasting but also the cognitive radio under the noise uncertainty.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

