

(続紙 1)

京都大学	博士 (情報学)	氏名	Ruiting Ouyang
論文題目	Receiver Design for Highly Mobile Wireless Regional Area Network (高速移動広域無線通信システムにおける受信機に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>This thesis has focused on the receiver design and the testbed development to realize wireless regional area network standardized in IEEE 802.22 in highly mobile environments. With the aim of contribution for practicability of IEEE 802.22 in various wide area internet of things (IoT) and intelligent transportation system (ITS) mobile communication networks, the author proposed the receiving schemes enhancing the performance of the IEEE 802.22 system under highly mobile long delay multipath fading environment. Besides, the author developed a flexible and easily implementable testbed for futuristic receiver design and performance evaluation of the IEEE 802.22 system to expand the applicable communication scenarios.</p> <p>In Chapter 1, the motivation and objective of this research are described, and the overview of this thesis is outlined.</p> <p>In Chapter 2, the author discussed the current state of the vehicular network and the applications of TVWS-based communication system in heterogeneous vehicular communication networks. In particular, regarding the limitations of the current TVWS-based heterogeneous vehicular communication networks, the author emphasized the necessity of highly mobile IEEE 802.22 system development and corresponding receiver design.</p> <p>In Chapter 3, the author proposed and analyzed some receiving schemes enabling the performance improvement of the IEEE 802.22 system under highly mobile long delay multipath fading environment. The proposed receiving schemes include the timing synchronization schemes, frequency synchronization scheme, and channel estimation schemes. The author evaluated the performance of the receiving schemes by computer simulation. The evaluation results prove the feasibility of the IEEE 802.22 system under high-speed vehicle communications in rural areas.</p> <p>In Chapter 4, the author presented a flexible software defined radio (SDR)-based experimental platform for the receiving algorithm evaluation of the highly mobile IEEE 802.22 system. The proposed platform can be simply implemented by software and programmable hardware. To validate the developed experimental platform and experimentally evaluate the transmission performance with the receiving schemes described in Chapter 3, the author performed laboratory experiment. As the evaluation results, the feasibility of the highly mobile IEEE 802.22 applications to vehicular network in rural areas is moreover demonstrated.</p> <p>In Chapter 5, to characterize the multipath propagation channels in various regional communication scenarios, the author proposed a new channel modeling and channel reproduction framework applicable to highly mobile IEEE 802.22-based wide area communication system. The new channel modeling algorithm is based on Saleh-Valenzuela (S-V) channel modeling algorithm and obtained accurate channel modeling parameters by fitting amplitude fluctuations with GEV distribution dynamically. Moreover, the author developed a prototype by using the framework and validated the developed prototype. The author measured</p>			

and modeled the multipath channel under three propagation conditions typically used in rural areas. Regarding the evaluation results, the author confirmed that the propagation channel measured with the proposed prototype can be modeled and reproduced with excellent statistical characteristics fit.

In Chapter 6, concluding remarks of this research are presented, and to extend the current investigation towards various application scenarios, some further explanations about the extensive research can also be found.

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、広域固定無線通信システムとして標準化されているIEEE 802.22システムをInternet of Things(IoT)システムや高度道路交通システム(ITS)等の高速移動通信環境で利用するために必要となる受信方式および受信機の開発およびその応用に焦点を当てて研究を行っている。本研究で得られた成果は以下のとおりである。

1. IEEE 802.22システムを高速移動環境での受信を実現するために必要となる時間同期方式、周波数同期方式、電波伝搬路(チャンネル)推定方式、電波伝搬路によって変動した振幅・位相歪(チャンネル歪み)の補償方式を提案している。この提案方式を用いた受信機による広域移動通信環境におけるIEEE 802.22システムのビット誤り率特性をコンピュータシミュレーションにより評価し、移動通信環境においてもIEEE 802.22システムの所要誤り率特性を達成できることを示している。

2. 1.で提案を行った時間同期方式、周波数同期方式、チャンネル推定方式、チャンネル歪みの補償方式をソフトウェア無線機に搭載し、IEEE 802.22システムを用いて伝送された実無線信号を高速移動環境において受信し、ビット誤り率特性を実験的に評価できるプラットフォームを開発した。この評価プラットフォームを用いて、広域移動通信環境におけるIEEE 802.22システムのビット誤り率特性を評価し、移動通信環境においてもコンピュータシミュレーションによる評価結果と同様にIEEE 802.22システムの所要誤り率特性を達成できることを示し、提案受信方式が実機によって実現可能であることを示している。

3. IEEE 802.22を利用した広域固定無線通信システムで今後想定する様々な利用環境におけるチャンネル特性を測定し、測定した結果からチャンネルモデルを構築し、構築したチャンネルモデルからコンピュータシミュレーションによりチャンネルを再生成できるフレームワークを開発した。このフレームワークにおいて、Saleh-Valenzuela(S-V)チャンネルモデリングをベースとして、チャンネルモデルを形成する各種パラメータを測定した結果から抽出するアルゴリズム、実際の高速移動環境のチャンネル変動特性にチャンネルモデルをフィッティングさせるアルゴリズムを提案している。このフレームワークを用いて、フェージングエミュレータにより実験的に生成したチャンネルを測定し、測定結果を用いてモデル化し、コンピュータシミュレーションによるチャンネルの再生成を行い、このフレームワークが広域固定無線通信システムで今後想定するチャンネルをコンピュータシミュレーションで高い精度で再現できることを示している。

以上、本論文は、広域固定無線通信システムとして標準化されているIEEE 802.22システムをIoTシステムやITS等の高速移動通信環境で利用するために必要となる受信方式の研究を行い、高速移動広域無線通信システムの実現につながる有用ないくつかの要素技術、基盤技術に関して知見を与えたものであり、学術上また実用上、将来の無線通信システムの発展に貢献するところが少なくない。よって本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものとして認める。

また、令和3年8月27日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

要旨公開可能日： 令和3年10月1日以降