

## 論文内容の要旨

博士論文題目

Planning of Digital Terrestrial Broadcasting System: Prediction and Optimization of Radio Coverage

(地上デジタル放送カバレッジ拡大を目的とした予測及び最適化技術に関する研究)

氏名

Nepal Subodh

(論文内容の要旨)

Digital Terrestrial Television Broadcasting (DTTB) is the foundation of free-to-air TV access and widely used means of receiving a television signal. Every government, broadcaster, and other stakeholders should emphasize the planning of DTTB taking consideration of its unique social and economic opportunities. And this is more important for the countries still reliant on an analog TV. For efficient management of broadcasting service area as well as resource allocation, it is necessary to administer the use of network parameters, e.g., transmit power, frequency channels, and antenna patterns. One of the important facets of roll out of DTTB is to consider the network structure of DTTB, i.e., whether the structure is Multi-Frequency Network (MFN) or Single Frequency Network (SFN). Planning for an MFN is particularly useful during the transition from analog to digital broadcasting. It is mainly suitable for the countries that wish to implement a high capacity broadcasting network for rooftop reception. This work proposes a scheme to find a set of the optimal network parameters for an MFN based DTTB network in the regions or countries with a complex and varying geographic structures. The DTTB network in Nepal, a country with such geographies, is taken as a reference network for simulation. We target to maximize the nationwide radio coverage of currently used Digital Video Broadcasting-Second Generation Terrestrial (DVB-T2) transmitters deployed in Nepal using the Genetic Algorithm. To effectively perform the optimization over regions with diverse geographical structures, a propagation prediction method considering the complex orography and meteorological

parameters together with Digital Elevation Model (DEM) is used to predict signal strength at each receiving location. Based on the received signal strength and standard Quality-of-Service criteria, the overall radio coverage of the network is maximized. The results show that the optimized allocation of power levels, frequencies, and antenna parameters to the group of transmitters significantly increases both geographical coverage and population coverage. An SFN in DTTB has many advantages over MFN particularly in spectrum efficiency, quality of coverage, and flexibility in network implementation. In an SFN, the placement and positioning of the FFT window relative to the multiple received signals strongly affect the receiver's behavior of handling Inter-Symbol Interference (ISI). Thus, the treatment of ISI in receiver further impacts on the radio coverage predictions and network planning. In this work, the radio coverage due to a typical SFN network is evaluated and analyzed for different FFT window synchronization methods. This is repeated for different transmission and reception modes used in the next generation of broadcasting standards and systems specifically in the DVB-T2 system. The results clarify how and to what extent the synchronization methods impact on the radio coverage due to the SFN based DTTB. Also, this study focuses on the comparison of the quality of radio coverage of DVB-T2 due to the MFN and the SFN implemented in Kathmandu, Nepal. An MFN is contrasted with three types of SFNs in terms of area of radio coverage, population coverage, received signal strength, and the data rates. Thus, a radio coverage prediction and optimization methodologies are proposed considering the DTTB network based in Nepal. Although our analysis and simulations are based on the DVB-T2 network in Nepal, the methodology presented in this work can be applied in any region and terrestrial standards with some alterations in some receiver parameters, geographical and meteorological parameters.

## (論文審査結果の要旨)

地上デジタルテレビ放送(DTTB: Digital Terrestrial Television Broadcasting)は、一般家庭におけるテレビ放送として広く使われるようになってきている。しかし、多くの国では、まだ、アナログテレビが使われており、DTTB への移行にあたっては置局配置および周波数割当が重要である。サービスエリアおよび周波数効率の向上のため、各国政府の周波数管理官庁は、DTTB 送信局の送信電力、周波数チャンネル、アンテナパターンなどのネットワークパラメータを設計する必要がある。本論文では、伝搬環境が複雑であり従来の簡単なセルラーモデルでは設計が困難である状況において DTTB のネットワークパラメータの設計手法を提案している。ここでは、遺伝的アルゴリズム(GA: Genetic Algorithm)を用いて、効率的にサービスエリアを最大化する手法を提案している。伝搬環境が複雑である例として、起伏に富む山岳地形を有するネパールを想定し、新しい DTTB 標準方式である DVB-T2 (Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial)の送信局をネパール国内に配置した場合のネットワークパラメータに対するサービスエリアおよび周波数効率の定式化を行っている。次に、サービスエリアおよび周波数効率を最大化するためのネットワークパラメータの探索を GA により行っている。ここでは、Digital Elevation Model (DEM)と呼ばれる電子地形データと複雑な山岳地形および気象パラメータを用いて各受信点における受信信号強度の予測を行っている。また、単に信号強度だけではなく、伝搬遅延広がりや干渉など DVB-T2 の受信品質に影響を与えるパラメータを考慮に入れて検討を行っている。提案方式を用いることで面積カバー率および人口カバー率を大幅に改善できることを明らかにしている。さらに、周波数効率の向上のため、複数の送信所から同一の周波数チャンネルを用いて放送を行う Single Frequency Network (SFN)を仮定し、SFN の適用に伴い発生する Inter-Symbol Interference (ISI)の影響を考慮に入れて、提案手法による最適化を行い、SFN が従来の複数の周波数を用いる Multi-Frequency Network (MFN)と比較して周波数効率の改善が可能であることを明らかにしている。

以上のように、本論文は DTTB を効率的に展開するためのネットワークパラメータの最適化手法を明らかにしたものであり、学術的に意義があるだけでなく、広く、産業上も広く波及効果が期待される優れた研究成果である。今後の情報通信技術の発展に大いに資するものである。よって、博士(工学)の学位に能いするものと認められる。