

Title	確率幾何及び学習アルゴリズムに基づくミリ波を用いた次世代移動体通信に関する研究
Sub Title	Research on next generation mobile communication using millimeter wave based on stochastic geometry and learning algorithm
Author	大槻, 知明(Ohtsuki, Tomoaki)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2019
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2018.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>本研究では、従来、移動体通信では使用が困難と考えられていたミリ波を用いた移動体通信の実現を目指して研究した。ミリ波のような高周波では、建物や人体による遮蔽により通信が容易に遮断されることが問題となる。そのような遮蔽は、例えば建物であれば、場所によって遮蔽しやすい場所などがあり、また、人体による遮蔽であれば、人が多い場所や時間などがある。すなわち場所や時間に大きく依存することがわかる。そこで、まず、各エリアでの端末との接続状況や各端末の移動状況といった空間統計情報と地図データなどから、各エリアでの遮蔽の起こりやすさを推定および学習するアルゴリズムを開発した。データベースとして、遮蔽の起こりやすさなどの情報を持っている場合には、それを実際の接続状況を用いて、オンラインで更新する。通常、強化学習のように、ランダムな初期状態から接続による経験を蓄積していく場合は、環境に対する十分な空間統計情報を得るのに時間がかかる。本研究では、その際の収束状態に達するまでの時間を考慮した複数基地局からのビーム選択アルゴリズムを提案・評価した。また、その際、近年注目されている確率幾何に基づき遮蔽確率を推定す式を導出した。提案アルゴリズムでは、導出した遮蔽確率と学習アルゴリズムの中の強化学習アルゴリズムである多腕バンディットアルゴリズムに基づくビーム選択法を提案した。計算機シミュレーションにより提案法による接続確率と伝送レート特性を、複数基地局が存在する環境で、LTE (Long Term Evolution)のフレームフォーマットに基づき評価した。その結果、提案法は、従来の瞬時電波強度 (RSSI: Received Signal Strength Indicator)に基づくビーム選択法に比べ、特性が所要品質を下回るアウトエージ確率を大幅に低減できることを示した。それらの成果を、複数の国内学会で発表した。また、国際会議・論文誌への投稿も4月中に行う予定である。</p> <p>In this research, we aimed at the realization of mobile communication using millimeter waves, which was considered difficult to use in mobile communication. At high frequencies such as millimeter waves, it is a problem that communication is easily interrupted due to blocking by buildings and human bodies. For example, in the case of a building, such blocking may be a place where blocking is easy depending on the place, and in the case of blocking by a human body, there may be a place or time when there are many people. In other words, it depends on the place and time. Therefore, we developed an algorithm to estimate and learn the likelihood of blocking in each area from spatial statistical information such as connection status with terminals in each area and movement status of each terminal and map data. If you have information such as the probability of blocking as a database, update it online using the actual connection status. Usually, when accumulating experience by connection from random initial state like reinforcement learning, it takes time to obtain sufficient spatial statistical information for the environment. In this study, we proposed and evaluated beam selection algorithms from multiple base stations considering the time to reach the convergence state. At the same time, we derived an equation to estimate the occlusion probability based on the stochastic geometry that has attracted attention in recent years. The proposed algorithm proposes a beam selection method based on the derived occlusion probability and the multi-arm bandit algorithm, which is a reinforcement learning algorithm in the learning algorithm. The connection probability and transmission rate characteristics by the proposed method were evaluated by computer simulation based on the frame format of LTE (Long Term Evolution) in an environment with multiple base stations. As a result, it is shown that the proposed method can significantly reduce the outage probability whose quality is less than the required quality compared to the conventional beam selection method based on the Received Signal Strength Indicator (RSSI). The results were presented at several domestic conferences. We will also submit to international conferences and journals during April.</p>
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2018000005-20180295

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究代表者	所属	理工学部	職名	教授	補助額	1,000 (特A)千円
	氏名	大槻 知明	氏名 (英語)	TOMOAKI OHTSUKI		
研究課題 (日本語)						
確率幾何及び学習アルゴリズムに基づくミリ波を用いた次世代移動体通信に関する研究						
研究課題 (英訳)						
Research on next generation mobile communication using millimeter wave based on stochastic geometry and learning algorithm						
1. 研究成果実績の概要						
<p>本研究では、従来、移動体通信では使用が困難と考えられていたミリ波を用いた移動体通信の実現を目指して研究した。ミリ波のような高周波では、建物や人体による遮蔽により通信が容易に遮断されることが問題となる。そのような遮蔽は、例えば建物であれば、場所によって遮蔽しやすい場所などがあり、また、人体による遮蔽であれば、人が多い場所や時間などがある。すなわち場所や時間に大きく依存することがわかる。そこで、まず、各エリアでの端末との接続状況や各端末の移動状況といった空間統計情報と地図データなどから、各エリアでの遮蔽の起こりやすさを推定および学習するアルゴリズムを開発した。データベースとして、遮蔽の起こりやすさなどの情報を持っている場合には、それを実際の接続状況を用いて、オンラインで更新する。通常、強化学習のように、ランダムな初期状態から接続による経験を蓄積していく場合は、環境に対する十分な空間統計情報を得るのに時間がかかる。本研究では、その際の収束状態に達するまでの時間を考慮した複数基地局からのビーム選択アルゴリズムを提案・評価した。また、その際、近年注目されている確率幾何に基づき遮蔽確率を推定式を導出した。提案アルゴリズムでは、導出した遮蔽確率と学習アルゴリズムの中の強化学習アルゴリズムである多腕バンディットアルゴリズムに基づくビーム選択法を提案した。計算機シミュレーションにより提案法による接続確率と伝送レート特性を、複数基地局が存在する環境で、LTE (Long Term Evolution)のフレームフォーマットに基づき評価した。その結果、提案法は、従来の瞬時電波強度 (RSSI: Received Signal Strength Indicator)に基づくビーム選択法に比べ、特性が所要品質を下回るアウトエージ確率を大幅に低減できることを示した。それらの成果を、複数の国内学会で発表した。また、国際会議・論文誌への投稿も4月中に行う予定である。</p>						
2. 研究成果実績の概要 (英訳)						
<p>In this research, we aimed at the realization of mobile communication using millimeter waves, which was considered difficult to use in mobile communication. At high frequencies such as millimeter waves, it is a problem that communication is easily interrupted due to blocking by buildings and human bodies. For example, in the case of a building, such blocking may be a place where blocking is easy depending on the place, and in the case of blocking by a human body, there may be a place or time when there are many people. In other words, it depends on the place and time. Therefore, we developed an algorithm to estimate and learn the likelihood of blocking in each area from spatial statistical information such as connection status with terminals in each area and movement status of each terminal and map data. If you have information such as the probability of blocking as a database, update it online using the actual connection status. Usually, when accumulating experience by connection from random initial state like reinforcement learning, it takes time to obtain sufficient spatial statistical information for the environment. In this study, we proposed and evaluated beam selection algorithms from multiple base stations considering the time to reach the convergence state. At the same time, we derived an equation to estimate the occlusion probability based on the stochastic geometry that has attracted attention in recent years. The proposed algorithm proposes a beam selection method based on the derived occlusion probability and the multi-arm bandit algorithm, which is a reinforcement learning algorithm in the learning algorithm. The connection probability and transmission rate characteristics by the proposed method were evaluated by computer simulation based on the frame format of LTE (Long Term Evolution) in an environment with multiple base stations. As a result, it is shown that the proposed method can significantly reduce the outage probability whose quality is less than the required quality compared to the conventional beam selection method based on the Received Signal Strength Indicator (RSSI). The results were presented at several domestic conferences. We will also submit to international conferences and journals during April.</p>						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)			
Y. Kumar	User Association in mmWave Networks using Reinforcement Learnin	映情学技報	vol. 43, no. 6, BCT2019-29, pp. 25-28, 2019年2月			
Y. Kumar	Blockage Aware Beam Allocation in mmWave Using Reinforcement Learning	信学技報	vol. 118, no. 177, RCS2018-145, pp. 75-80, 2018年8月			
Y. Kumar	Intelligent User Association in mmWave Network	電子情報通信学会総合大会	B-5-101, 早稲田大学, 2019年3月19日			
Y. Kumar	User Association in mmWave Systems Using Reinforcement Learning	電子情報通信学会ソサイエティ大会	BS-4-11, 金沢大学, 2018年9月13日			