

Time Reversal による空間多重水中音響通信の研究 ～高速 MIMO 通信、マルチユーザ通信への適用～

○志村拓也、樹田行弘、出口充康、目黒浩二、渡邊佳孝（海洋研究開発機構）

近年、空中の電波通信と同様に、水中の音響通信においても高速通信のための Multiple-Input/Multiple-Output (MIMO) 通信が注目されている。また、複数の無人探査機を同時に運用する調査観測が実現されつつあり、そのためのマルチユーザ通信に対するニーズも高まってきている。こうした通信を実現する手法として、Time Reversal による空間多重通信が有望であると期待される。本研究では、特に、チャネル間干渉、ユーザ間干渉の抑圧能力を向上させた Adaptive Time Reversal による MIMO 通信、マルチユーザ通信について、空中の電波通信で広く用いられている Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (OFDM) との比較も含めて、その有効性を検証した。

図 1 は、MIMO 通信のシミュレーション結果の一例である。環境条件は、水深 20m、送波器・受波アレイ間の距離を 200m とした音速一定の Pekeris モデルとし、音波伝搬計算は、波動解析手法であるノーマルモード法を用いて行った。横軸には送信チャネル数、縦軸には復調の良否を表す数値である output SNR が示してある。OFDM の場合は、空間多重処理を Zero-Forcing (ZF) 及び、Minimum Mean Square Error - Successive Interference Cancellation (MMSE-SIC) によって行った結果が示してある。この結果を見ると OFDM の場合は、送信チャネル数を増やすと復調成績が劣化していくことが分かる。一方、Adaptive Time Reversal では、output SNR は低下しないため、送信チャネル数に応じて、通信速度を上げることが可能になる。

図 2 は、水深 1,000m の海域において、水平距離 10km で行われた、移動体とのマルチユーザ通信の実験結果の一例である。この実験では、500Hz の低周波送波器 1 台を係留、もう 1 台を曳航して、移動体を模擬した。受波アレイは、20 チャネル、素子間隔 6m のアレイを深度 830 から 950m の深度に設置して計測した。図中、user1 と示されているのが移動する送波器からの信号を復調した結果である。0.8 ノット、1.5 ノットでも劣化することなくマルチユーザ通信が実現できていることが示されている。

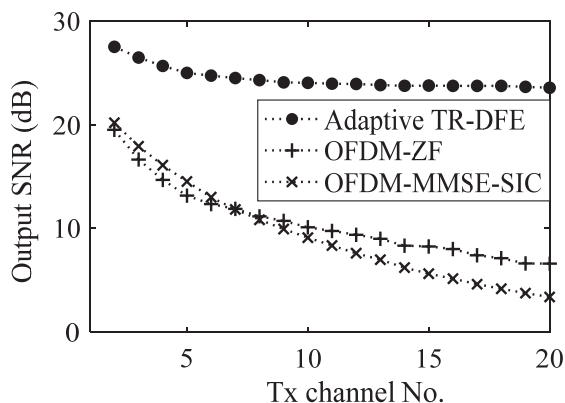


図 1 MIMO 通信のシミュレーション結果

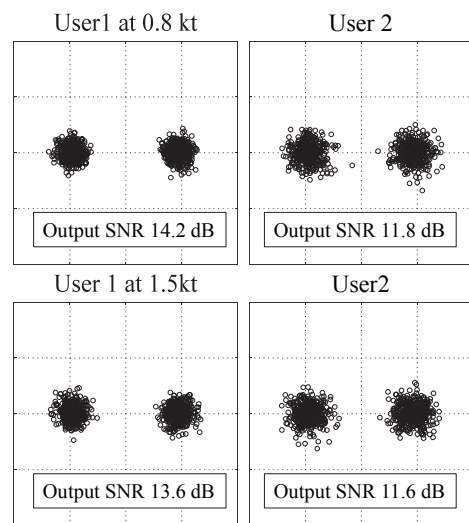


図 2 移動体とのマルチユーザ通信の実験結果