

ベイズ最適化制御に基づく分散マイクロ波電力伝送方式

藤井 正明

ミネベアミツミ株式会社

キーワード: マイクロ波電力伝送、分散アンテナ、ベイズ最適化

スマート工場および物流倉庫などのカバレッジが優先される環境においてセンサやタグなどへの給電を行うには多数の分散配置されたアンテナからのマイクロ波電力伝送が有効である。簡易なハードウェア構成において(図 1)、多数のアンテナから送電に有効なアンテナサブセット(サイズ N)を選択し、そのアンテナサブセットからの合成受電電力が受電位置において最大化されるように送信位相ベクトル制御(プリコーディング)を行う必要がある。位相制御の分解能を $\Delta\phi$ 度とすると、その組み合わせは $(360/\Delta\phi)^{N-1}$ 通りとなるため少数サンプルでの最適な組み合わせ探索が望まれる。

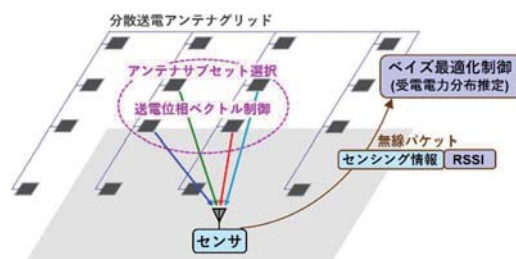


図 1. 分散マイクロ波電力伝送

ベイズ最適化(図 2)は少ないサンプルからガウス過程回帰により未知の目的関数が最大となる入力ベクトルを探索するアルゴリズムであり、分散マイクロ波電力伝送に適用した概要を以下に示す。



図 2. ベイズ最適化

a) アンテナサブセット選択 (位置推定)

受電電力の最大化が期待できる 2 次元アンテナグリッドベクトルの選択と RSSI 帰還を繰り返し、予測受電電力分布において電力が最大となる N 個のアンテナをサブセットとする。

b) 送信位相ベクトル制御 (プリコーディング)

受電電力の最大化が期待できる送電位相ベクトルの選択を適応探索領域において行うとともに RSSI 帰還を一定回数繰り返し、RSSI が最大となる送電位相ベクトルを求める。

受電電力の評価結果を図 3 に示す。アンテナ素子数は $16 \times 16 = 256$ でアンテナ間隔は 4λ とし、アンテナサブセットサイズは 4 としている。アンテナサブセット選択には 14 サンプルで求め、プリコーダの選択は図に示すようにサンプル数を 8 から 20 まで変化させている。位相器の最小分解能 5 度と設定しており、総計 34 サンプルで受電電力がほぼ飽和し、最大達成可能受電電力の 95% を達成可能である。

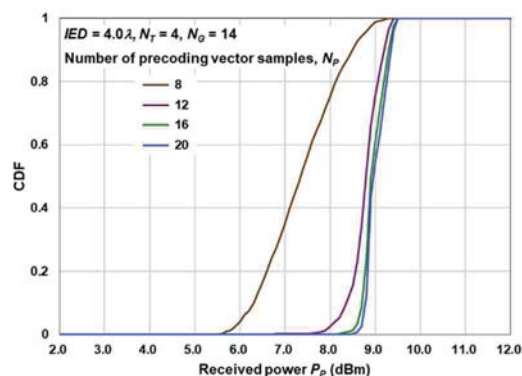


図 3. 受電電力