

令和 3 年 5 月 26 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H03765

研究課題名(和文) 確率伝搬法による大規模・過負荷MIMO信号検出を用いた超多数IoTデバイスの収容

研究課題名(英文) Detection of Large Scale and Overloaded Signals from Massive IoT devices Based on Belief Propagation

研究代表者

大鐘 武雄 (Ohgane, Takeo)

北海道大学・情報科学研究所・教授

研究者番号：10271636

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,200,000円

研究成果の概要(和文)：多数のIoTデバイスを同時に収容すること目的とし、IoTデバイス数よりも少ない観測信号数で全ての信号を正しく、かつ、少ない演算量で検出できる手法を検討した。その結果、離散性・グループスパース性を利用したADMMによる凸最適化アルゴリズムや、ガウス確率伝搬法・近似メッセージ伝搬法の深層展開によるパラメータ最適化を新たに提案し、軽量の信号処理で優れた信号検出性能を持つ手法の開発に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来、一つの通信チャネルで検出する信号数は高々数10程度であった。本提案手法によれば100-1000オーダの信号も実時間で検出可能である。このような手法の登場により、IoTなど将来の超多数端末収容手法の概念を大きく変える可能性がある。これまでは、同時通信数が少ないことを前提としていたのに対し、これからは同時通信数に制限のない環境を想定でき、IoT発展に大きく寄与すると期待される。

研究成果の概要(英文)：For accommodating massive IoT devices in a common channel, we developed methods which can correctly detect all of the signals with much fewer observations and much lower complexity. We newly proposed convex optimization with ADMM based on discreteness and group sparseness and improved Gaussian belief propagation and approximate message passing with parameter optimization using deep unfolding. Consequently, we succeeded to establish light-weight and high-performance signal detectors.

研究分野：無線通信，信号処理

キーワード：大規模信号検出 ガウス確率伝搬法 近似メッセージ伝搬 圧縮センシング IoT

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

5G で最重要の使用形態は高速通信である一方、IoT 等の少情報量の端末を多数収容するシナリオも 5G の使用形態の一つに挙げられている。5G の次世代、すなわち、beyond 5G では、さらに使用形態が多様化すると考えられ、特に IoT 端末との通信がシステムスループットの大きな割合を占めることが予測されている。

IoT 端末との通信の特徴は、データ量が少なく間欠的、そして、極めて多くの端末があるということである。すなわち、チャンネル容量上限には到達せず、比較的余裕がある一方、極めて多くの端末との通信を行わねばならない。基地局には 5G ですでに 100~1000 素子規模のアンテナを用いたマルチユーザ MIMO が実現されている。各 IoT 端末を一般の通信ユーザとみなせば、マルチユーザ MIMO 技術を用いて 10~30 程度の IoT 端末を収容可能である。それ以上の IoT 端末を収容するには、時間領域・周波数領域での多元接続を行う必要があり、MAC プロトコルによる通信効率の低下や、接続遅延が大きな問題となる。

ここで注目すべき技術が過負荷 MIMO である。過負荷 MIMO は送信側の信号数が受信アンテナ数よりも多い状態を表す。過負荷 MIMO はチャンネル容量自身を増加させる効果は少ないものの、チャンネル容量に余裕があれば多くの信号を誤りなく検出できる。したがって、極めて多数、かつ、基地局アンテナ数よりも多い IoT 端末を収容する使用形態に、よく適合した技術であると言える。しかし、計算量が端末数の 3 乗オーダーで実現可能な線形信号処理では、過負荷 MIMO 検出特性が著しく劣化する。非線形信号検出の代表である最ゆう推定は、端末数のべき乗オーダーの処理が必要となり、1000 ユーザ規模の実現は不可能である。

### 2. 研究の目的

多数ユーザからの信号を同時に低演算量で検出可能な手法を開発することを目的とする。

### 3. 研究の方法

信号数の 2 乗オーダーで実現可能な手法として、ガウス確率伝搬法、近似メッセージ伝搬法、離散性とグループスパース性とを利用した交互方向乗数法に基づく凸最適化を適用する。さらに、IoT 端末のうち、アクティブな端末を同定する手法として双線形ガウス信念伝搬法についても併せて検討する。

### 4. 研究成果

離散性とグループスパース性とを利用した交互方向乗数法に基づく凸最適化として IW-DGS (Iterative Weighted Discreteness and Group-Sparsity) を提案した。送信信号数 100, 受信信号数 50 という過負荷の条件においても、図 1 のように繰り返し 10 回程度で上限に近い誤り率が得られることを明らかにした。

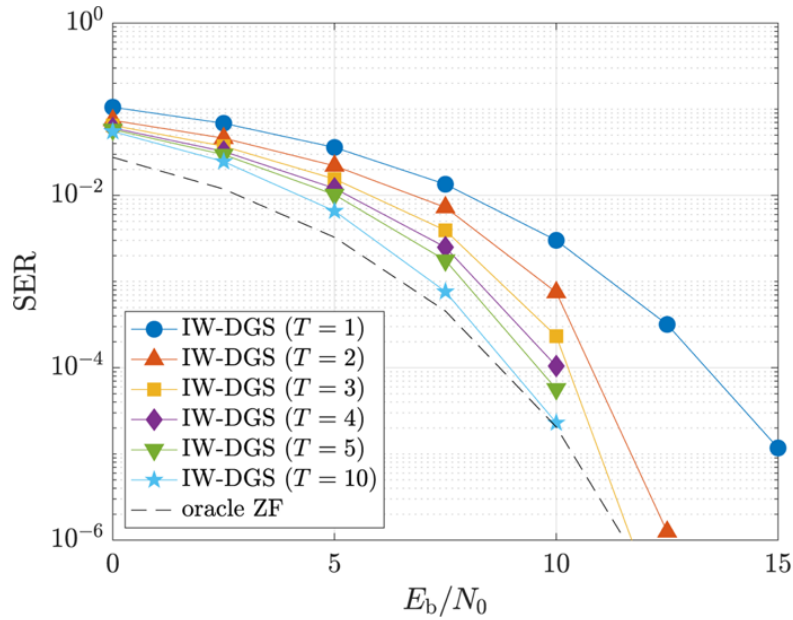


図1 IW-DGSの誤り率特性 (送信信号数 100, 受信信号数 50)

ガウス確率伝搬法に深層展開を応用しパラメータ最適化を行なった T-GaBP (Trainable Gaussian Belief Propagation) を提案した. 指数型空間相関 ( $r=0.4$ ) のある MIMO 通信路 (送信信号数 32, 受信信号数 24) で評価した結果, 図 2 のように上限に近い特性が得られることがわかった.

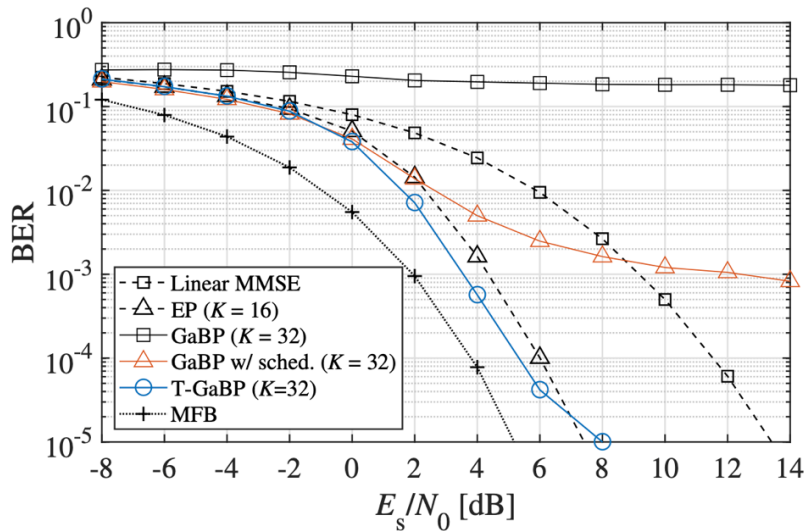


図2 T-GaBPの誤り率特性 (送信信号数 32, 受信信号数 24)

近似メッセージ伝搬法においても深層展開を応用することが可能である. 深層展開でパラメータ最適化を行なった LAMP (Learned Approximated Message Passing) を提案した. 指数型空間相関 ( $r=0.5$ ) のある MIMO 通信路 (送信信号数 50, 受信信号数 50) で評価した結果, 図 3 のように近似メッセージ伝搬法の特性を大幅に改善できることがわかった.

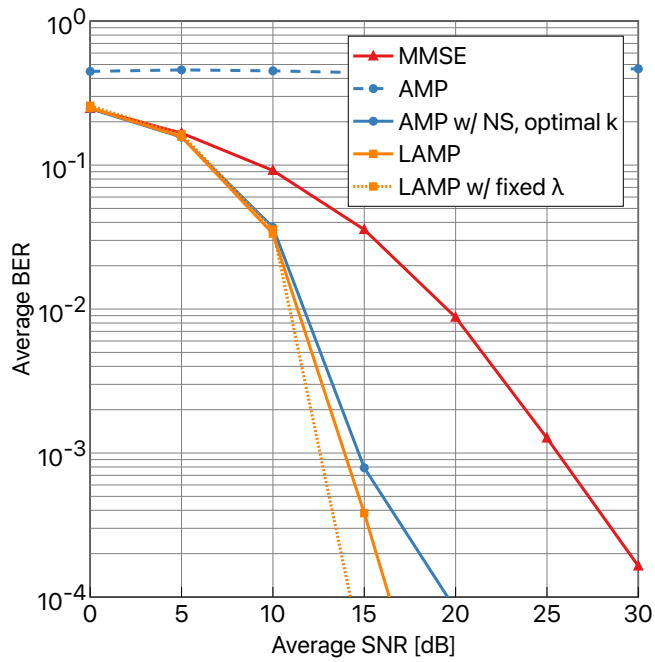


図 3 LAMP の誤り率特性 (送信信号数 50, 受信信号数 50)

最後に、アクティブ端末同定に双線形ガウス信念伝搬法を利用した場合の誤り率特性を示す。無相関の MIMO 通信路 (送信信号数最大 100, 受信信号数 100) において、アクティブな端末が既知の場合に漸近する特性が得られた。

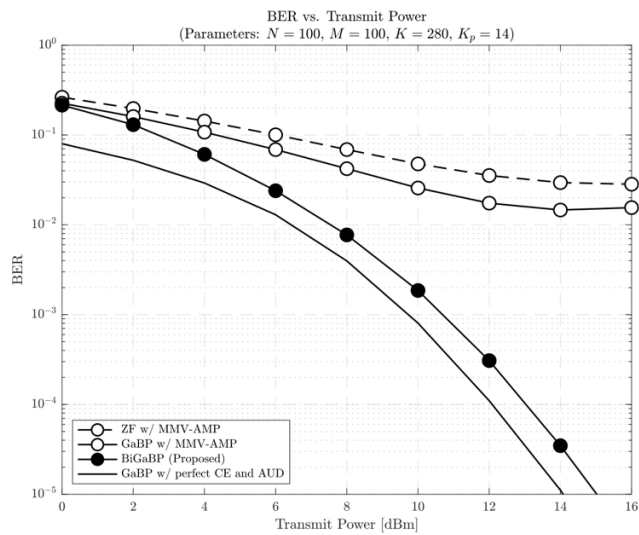


図 4 双線形ガウス信念伝搬法を利用したアクティブ端末同定時の誤り率特性

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 26件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Ayano Nakai-Kasai and Kazunori Hayashi	4. 巻 7
2. 論文標題 Diffusion LMS Based on Message Passing Algorithm	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 47022-47033
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2909775	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takumi Takahashi, Antti Tolli, Shinsuke Ibi, and Seiichi Sampei	4. 巻 なし
2. 論文標題 Layered Belief Propagation for Low-complexity Large MIMO Detection Based on Statistical Beams	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. ICC 2019	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICC.2019.8761567	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Ryo Hayakawa and Kazunori Hayashi	4. 巻 なし
2. 論文標題 Performance Analysis of Discrete-Valued Vector Reconstruction based on Box-Constrained Sum of L1 Regularizers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. ICASP 2019	6. 最初と最後の頁 4913-4917
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICASSP.2019.8683207	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hiroki Iimori, Giuseppe Abreu, and Koji Ishibashi	4. 巻 なし
2. 論文標題 Fractional Programming for Robust TX BF Design in Multi-User/Single-Carrier PD-NOMA	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. WiOpt 2019	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Takumi Takahashi, Antti Tolli, Shinsuke Ibi, and Seiichi Sampei	4. 巻 なし
2. 論文標題 Concatenated Beam- and Antenna-domain Layered Belief Propagation for Large MIMO Detection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. ISWCS 2019	6. 最初と最後の頁 592-596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ISWCS.2019.8877322	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Liwen Wang, Takumi Takahashi, Shinsuke Ibi, and Seiichi Sampei	4. 巻 なし
2. 論文標題 A Study on Replica Generation Using LUT based on Information Bottleneck for MF-GaBP in Massive MIMO Detection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. VTC 2019-Fall	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/VTCFall.2019.8891317	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryo Hayakawa and Kazunori Hayashi	4. 巻 なし
2. 論文標題 Discrete-Valued Vector Reconstruction by Optimization with Sum of Sparse Regularizers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. EUSIPCO 2019	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/EUSIPCO.2019.8902940	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masaru Oinaga, Shun Ogata, and Koji Ishibashi	4. 巻 7
2. 論文標題 Design of Coded ALOHA with ZigZag Decoder	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 168527-168535
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2954163	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Renjie Li, Toshihiko Nishimura, Takeo Ohgane, Yasutaka Ogawa, and Junichiro Hagiwara	4. 巻 なし
2. 論文標題 A Study on Performance Improvement by CRC-Aided GaBP for Large-Scale SCMA Detection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. WPMC 2019	6. 最初と最後の頁 355-360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kentaro Fukuda, Toshihiko Nishimura, Takeo Ohgane, Yasutaka Ogawa, and Junichir Hagiwara	4. 巻 なし
2. 論文標題 A Study on Iterative Equalization with GaBP and Soft Successive Cancellation List Decoding in a Polar-Coded System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. WPMC 2019	6. 最初と最後の頁 438-442
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazunori Hayashi, Ayano Nakai-Kasai, and Ryo Hayakawa	4. 巻 なし
2. 論文標題 An Overloaded SC-CP IoT Signal Detection Method via Sparse Complex Discrete-Valued Vector Reconstruction	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. APSIPA 2019	6. 最初と最後の頁 1473-1478
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/APSIPAASC47483.2019.9023021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazunori Hayashi, Kaede Shiohara, and Tetsuya Sasaki	4. 巻 なし
2. 論文標題 Differentiable Programming based Step Size Optimization for LMS and NLMS Algorithms	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. APSIPA 2019	6. 最初と最後の頁 1721-1727
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/APSIPAASC47483.2019.9023175	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takumi Takahashi, Antti Tolli, Shinsuke Ibi, and Seiichi Sampei	4. 巻 なし
2. 論文標題 Low-Complexity Beam-Domain Channel Estimation with Long-Term Statistics for Large MIMO Detection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. GLOBECOM 2019	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/GLOBECOM38437.2019.9014066	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Takumi Takahashi, Shinsuke Ibi, Seiichi Sampei	4. 巻 vol. 67
2. 論文標題 Design of Adaptively Scaled Belief in Multi-Dimensional Signal Detection for Higher-Order Modulation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 1986 ~ 2001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCOMM.2018.2883307	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takumi Takahashi, Shinsuke Ibi, Seiichi Sampei	4. 巻 E102.B
2. 論文標題 Design of Criterion for Adaptively Scaled Belief in Iterative Large MIMO Detection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Communications	6. 最初と最後の頁 285 ~ 297
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transcom.2018EBP3136	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryo Hayakawa, Kazunori Hayashi	4. 巻 22
2. 論文標題 Discreteness-Aware Decoding for Overloaded Non-Orthogonal STBCs via Convex Optimization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Communications Letters	6. 最初と最後の頁 2080 ~ 2083
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/LCOMM.2018.2866446	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 Ryo Hayakawa, Kazunori Hayashi	4. 巻 66
2. 論文標題 Discreteness-Aware Approximate Message Passing for Discrete-Valued Vector Reconstruction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Signal Processing	6. 最初と最後の頁 6443 ~ 6457
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TSP.2018.2877170	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryo Hayakawa, Kazunori Hayashi	4. 巻 6
2. 論文標題 Reconstruction of Complex Discrete-Valued Vector via Convex Optimization With Sparse Regularizers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 66499 ~ 66512
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2018.2878886	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shun Ogata, Koji Ishibashi	4. 巻 7
2. 論文標題 Application of ZigZag Decoding in Frameless ALOHA	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 39528 ~ 39538
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2906937	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kazuya Ohira, Takanori Hara, Koji Ishibashi	4. 巻 1
2. 論文標題 Aggregate-Compression-Aided Subcarrier IQ Index Modulation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 WPNC 2018	6. 最初と最後の頁 1 ~ 6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/WPNC.2018.8555776	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masaru Oinaga, Shun Ogata, Koji Ishibashi	4. 巻 1
2. 論文標題 ZigZag Decodable Coded Slotted ALOHA	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 WPNC 2018	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/WPNC.2018.8555748	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Akihide David Shigyo, Koji Ishibashi	4. 巻 1
2. 論文標題 A Simple Message Passing Detector Based on QR-Decomposition for MIMO Systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 APSIPA ASC 2018	6. 最初と最後の頁 1406 ~ 1410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/APSIPA.2018.8659657	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Takumi Takahashi, Shinsuke Ibi, Seiichi Sampei	4. 巻 1
2. 論文標題 Iterative Channel Estimation with Non-Orthogonal Pilot for Large MIMO Detection in PDA	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ICSPCS 2018	6. 最初と最後の頁 1 ~ 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICSPCS.2018.8631743	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Satoshi Tajima, Takumi Takahashi, Shinsuke Ibi, Seiichi Sampei	4. 巻 1
2. 論文標題 Iterative Decoding Based on Concatenated Belief Propagation for CRC-Aided Polar Codes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 APSIPA ASC 2018	6. 最初と最後の頁 1411 ~ 1415
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/APSIPA.2018.8659734	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kazunori Hayashi, Ayano Nakai, Ryo, Hayakawa, Sangseok Ha	4. 巻 1
2. 論文標題 Uplink Overloaded MU-MIMO OFDM Signal Detection Methods using Convex Optimization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 APSIPA ASC 2018	6. 最初と最後の頁 1421 ~ 1427
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/APSIPA.2018.8659753	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Taisei Watabe, Toshihiko Nishimura, Takeo Ohgane, Yasutaka Ogawa, Junichiro Hagiwara	4. 巻 1
2. 論文標題 Superposed 16-QAM Signal Detection Using GaBP in a Massive MIMO System	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 APSIPA ASC 2018	6. 最初と最後の頁 1416 ~ 1420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/APSIPA.2018.8659719	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計53件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 高橋 拓海, Antti Tolli, 衣斐 信介, 三瓶 政一
2. 発表標題 信念伝搬法による大規模MIMO信号検出のための長期間通信路統計に基づく伝搬路推定に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 瀧川 将弘, 衣斐 信介, 三瓶 政一
2. 発表標題 MU-MIMOにおける独立成分分析を用いた繰り返し周波数オフセット推定に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡部 亮, 追永 大, 尾形 駿, 石橋 功至
2. 発表標題 確率的送信電力制御を用いた非正則繰り返しスロット化ALOHAのエネルギー効率を考慮した設計に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原 郁紀, 石橋 功至
2. 発表標題 ベクトル近似メッセージ伝播法を用いたグラントフリー多元接続のための伝播路推定および信号検出法
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大鐘 武雄
2. 発表標題 ガウス確率伝搬法等繰り返し手法を用いた多数信号検出特性
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島 亮太, 西村 寿彦, 大鐘 武雄, 小川 恭孝, 萩原 淳一郎
2. 発表標題 深層学習を用いたチャネル推定に関する基礎的研究
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯盛 寛貴, 石橋 功至, アブレウ ジュゼッペ
2. 発表標題 下り電力領域NOMA伝送のための分数計画法を用いたロバストビームフォーミング設計に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会SR研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原 郁紀, 石橋 功至
2. 発表標題 上り回線グラントフリー非直交多元接続のためのブースト近似メッセージ伝播法
3. 学会等名 電子情報通信学会SR研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原 郁紀, 石橋 功至
2. 発表標題 上り回線グラントフリー非直交多元接続のための一般化ブースト近似メッセージ伝播法
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 李 仁杰, 西村 寿彦, 大鐘 武雄, 小川 恭孝, 萩原 淳一郎
2. 発表標題 大規模SCMAシステムにおけるCRCによる特性改善に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 拓海, 衣斐 信介, 三瓶 政一
2. 発表標題 過負荷LOS-MIMO信号検出のための部分空間周辺化信念伝搬法に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島 亮太, 西村 寿彦, 大鐘 武雄, 小川 恭孝, 萩原 淳一郎
2. 発表標題 敵対的生成ネットワークを用いたチャネル推定に関する基礎的研究
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福田 健太郎, 西村 寿彦, 大鐘 武雄, 小川 恭孝, 萩原 淳一郎
2. 発表標題 Polar符号化伝送におけるSSCL復号とGaBPを用いた繰り返し適応等化に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 拓海, 衣斐 信介, 三瓶 政一
2. 発表標題 信念伝搬法に基づく過負荷LOS-MIMO信号検出のための部分空間周辺化に関する一検討
3. 学会等名 SITA 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 早川 諒, 林 和則
2. 発表標題 非凸最適化に基づく離散値ベクトル再構成アルゴリズム
3. 学会等名 電子情報通信学会RCC研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辻本 若葉, 西村 寿彦, 大鐘 武雄, 小川 恭孝, 萩原 淳一郎
2. 発表標題 大規模MIMOにおけるノード選択付き近似メッセージ伝搬法による信号検出
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大比良 和哉, 石橋 功至
2. 発表標題 離散値ベクトル再構成のための高速反復縮退アルゴリズムを用いた一括圧縮サブキャリアIQインデックス変調
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 東出 朋之, 衣斐 信介, 岩井 誠人, 笹岡 秀一
2. 発表標題 複数アンテナを用いた物理層秘密鍵共有方式における雑音低減法の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉本 靖直, 衣斐 信介, 岩井 誠人, 笹岡 秀一
2. 発表標題 OFDMにおける摂動ベクトルを用いたPAPR抑圧の低演算化の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 笠井 太智, 衣斐 信介, 岩井 誠人, 笹岡 秀一
2. 発表標題 大規模MIMOシステムにおける独立成分分析を用いたチャネル推定に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中井 彩乃, 林 和則
2. 発表標題 合意伝搬法を用いたスパース拡散LMSアルゴリズム
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 辻本 若葉, 西村 寿彦, 大鐘 武雄, 小川 恭孝, 萩原 淳一郎
2. 発表標題 近似メッセージ伝搬法による少数信号検出の一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 王 櫟ブン, 高橋 拓海, 衣斐 信介, 三瓶 政一
2. 発表標題 大規模MIMO検出のための情報ボトルネックに基づく近似メッセージ伝搬法のテーブル化に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会RCS研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 稲垣慶亮, 高橋拓海, 衣斐信介, 三瓶政一
2. 発表標題 大規模SCMAにおけるガウス信念伝搬法のための適応スケールピリーフに関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋拓海, Antti Tolli, 衣斐信介, 三瓶政一
2. 発表標題 統計ビームに基づく大規模MIMO信号検出のための階層型BPに関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 王櫟ブン, 高橋拓海, 衣斐信介, 三瓶政一
2. 発表標題 MF-GaBPによる大規模MIMO検出のための情報ボトルネックに基づく多層LUTを用いたレプリカ生成に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 稲垣慶亮, 高橋拓海, 衣斐信介, 三瓶政一
2. 発表標題 大規模SCMAにおけるGaBPのIDD構成に関する一検討
3. 学会等名 情報理論とその応用シンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田島聡士, 高橋拓海, 衣斐信介, 三瓶政一
2. 発表標題 CRCとポーラ符号の直列接続構造のための確率伝搬法に基づく繰り返し復号に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋拓海, 衣斐信介, 三瓶政一
2. 発表標題 大規模MIMO信号検出のための非直交パイロット系列による繰り返し伝搬路推定に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 稲垣慶亮, 高橋拓海, 衣斐信介, 三瓶政一
2. 発表標題 大規模SCMAにおけるEXIT解析を用いたGaBPのIDD構成に関する一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ayano Nakai, Kazunori Hayashi
2. 発表標題 An Adaptive Combination Rule for Diffusion LMS based on Consensus Propagation
3. 学会等名 Proc. ICASSP 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryo Hayakawa, Kazunori Hayashi
2. 発表標題 Distributed Approximate Message Passing with Summation Propagation
3. 学会等名 Proc. ICASSP 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 早川 諒, 林和則
2. 発表標題 過負荷非直交STBCのための凸最適化を用いた復号法
3. 学会等名 電子情報通信学会高信頼制御通信研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 早川 諒, 林和則
2. 発表標題 スパース正則化を用いた凸最適化に基づく複素離散値ベクトル再構成
3. 学会等名 電子情報通信学会信号処理シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 早川 諒, 林和則
2. 発表標題 スパース正則化項の和を用いた複素離散値ベクトル再構成
3. 学会等名 電子情報通信学会高信頼制御通信研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中井彩乃, 早川 諒, 林和則
2. 発表標題 凸最適化を用いた上りリンク過負荷MU-MIMO SC-CP信号検出法
3. 学会等名 電子情報通信学会高信頼制御通信研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中井彩乃, 林和則
2. 発表標題 スパース拡散LMSアルゴリズムのメッセージ伝搬に基づく高速化手法
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中井彩乃, 早川 諒, 林和則
2. 発表標題 離散性とグループスパース性を利用したIoT環境のための上りリンク過負荷MU-MIMO OFDM/SC-CP信号検出法
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林和則, 早川 諒, 中井彩乃
2. 発表標題 信号の離散性を利用した過負荷信号処理
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 李仁杰, 西村寿彦, 大鐘武雄, 小川恭孝, 萩原淳一郎
2. 発表標題 16点SCMA大規模システムのガウス確率伝搬法による信号検出特性の評価
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡部泰成, 西村寿彦, 大鐘武雄, 小川恭孝, 萩原淳一郎
2. 発表標題 重畳型16QAMを用いた大規模MIMOのDAMPによる信号検出
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 李仁杰, 西村寿彦, 大鐘武雄, 小川恭孝
2. 発表標題 大規模SCMAシステムにおけるGaBP信号検出特性の評価
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡部泰成, 西村寿彦, 大鐘武雄, 小川恭孝, 萩原淳一郎
2. 発表標題 LLR上限設定を行ったGaBP検出における重畳型16QAM不均一配置の最適化に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福田健太郎, 西村寿彦, 大鐘武雄, 小川恭孝, 萩原淳一郎
2. 発表標題 重畳変調信号の重畳数とGaBP検出特性に関する評価
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福田健太郎, 西村寿彦, 大鐘武雄, 小川恭孝, 萩原淳一郎
2. 発表標題 確率伝搬法を用いた重畳変調信号検出に関する基礎的検討
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河端航, 西村寿彦, 大鐘武雄, 小川恭孝
2. 発表標題 インターリーブ分割多元接続における確率伝搬法を用いた信号検出に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡部泰成, 西村寿彦, 大鐘武雄, 小川恭孝, 萩原淳一郎
2. 発表標題 大規模MIMOにおけるGaBPを用いた重畳型16QAM信号検出に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 李仁杰, 西村寿彦, 大鐘武雄, 小川恭孝, 萩原淳一郎
2. 発表標題 GaBPを用いた大規模SCMA信号分離に関する基礎的検討
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河端航, 西村寿彦, 大鐘武雄, 小川恭孝
2. 発表標題 インタリーブ分割多元接続におけるガウス確率伝搬法を用いた大規模信号検出に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原郁紀, 石橋功至, Lajos Hanzo
2. 発表標題 シンボルベースEXITチャートを用いたターボトレリス符号化空間変調の低演算符号探索法の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大比良和哉, 石橋功至, Lajos Hanzo
2. 発表標題 離散値ベクトル再構成のための高速反復縮退アルゴリズムを用いた圧縮サブキャリアIQインデックス変調
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大比良和哉, 原郁紀, 石橋功至
2. 発表標題 離散値ベクトル再構成のための近似メッセージ伝搬法を用いた一括圧縮サブキャリアIQインデックス変調
3. 学会等名 電子情報通信学会無線通信システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾形駿, 石橋功至
2. 発表標題 ZigZag復号を適用したフレームレスALOHAのパケット損失確率特性
3. 学会等名 情報理論とその応用シンポジウム2018
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	西村 寿彦  (Nishimura Toshihiko)  (70301934)	北海道大学・情報科学研究院・准教授    (10101)	



6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	林 和則  (Hayashi Kazunori)  (50346102)	京都大学・国際高等教育院・教授   (14301)	
研究分担者	衣斐 信介  (Ibi Shinsuke)  (10448087)	同志社大学・理工学部・教授   (34310)	
研究分担者	石橋 功至  (Ishibashi Koji)  (80452176)	電気通信大学・先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター・教授   (12612)	
研究分担者	高橋 拓海  (Takahashi Takumi)  (40844204)	大阪大学・工学研究科・助教   (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
フィンランド	University of Oulu			
ドイツ	Jacobs University			